



الإشعاعات الذرية و الإنتاجية الزراعية

الكتبة المصرية

ش أحمد ذو الفقار - بوران الاسكندرية
تليفاكس: ٠٢/٥٨٤٠٢٩٨
محمول: ٠١٢/٤٦٨٦٠٤٩

أ.د.

جمال محمد الشبيني

معهد بحوث الاراضى و المياه و البيئة
مركز البحوث الزراعية

الإشعاعات الذرية والإنتاجية الزراعية

الأستاذ الدكتور

جمال محمد الشبيني

معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة

مركز البحوث الزراعية

٢٠٠٩

المكتبة المصرية



للطباعة والنشر والتوزيع

٣ ش أحمد ذو الفقار - لوزان - الإسكندرية

تليفاكس: ٢٩٨ ٥٨٤٠ ٣/٠٢ -

محمول: ٤٩ ٤٦٨٦ - ١٢

اسم الكتاب: الإشعاعات الذرية والإنتاجية الزراعية

اسم المؤلف: أ.د. جمال محمد الشبيني

اسم الناشر: المكتبة المصرية

ش أحمد ذو الفقار - لوران - الإسكندرية

تليفاكس: ٠٠٢٠٢/٥٨٤٠٢٩٨

الطبعة: الطبعة الأولى

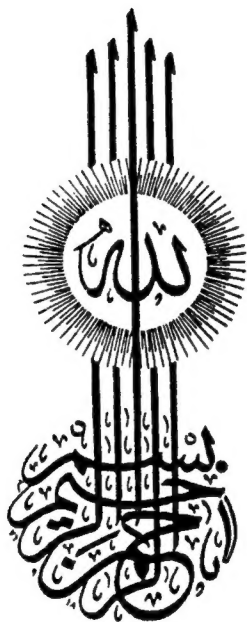
رقم الإيداع: 2008/ 10021

الترقيم الدولي: 977 - 411 - 395 - 0 I. S. B. N.

لا يجوز نشر أي جزء من هذا الكتاب أو اختزان مادته
بطريقة الاسترجاع أو نقله على أي وجه سواء كانت
الالكترونية أو تصوير أو تسجيل أو بخلاف ذلك إلا بموافقة
الناشر على هذا كتابياً ومقديماً.



• جميع الحقوق محفوظة للناشر •



إهداء

إلى أعز الأحاباب:

بدر الدين نبيل بدر

وندى حسن أحمد حسن

أحفادي من سوزان وفيروز أهدى إليهما إصداري المتواضع هذا
راجياً الله عز وجل أن يمنحهما وافر الصحة والسعادة طيلة حياتهما. وأن
يكون عملي هذا بمثابة منارة إشعاعية يقتدون به في حياتهم المستقبلية.
المؤلف

محتويات الكتاب

صفحة

١٧	☆ مقدمة
٢٣	☆ تمهيد
٢٣	• ماهية الذرة
٢٤	• النظرية الذرية لدالتون
٢٧	• تكوين الذرة
٢٧	• تكوين النواة
٢٧	• تركيب ذرة الأندروجين
٢٨	• تركيب ذرة الهيليوم
٢٩	• تركيب ذرة الأكسجين
٣٠	• ترتيب العناصر دورياً
٣٢	• النظائر

٣٩	☆ الباب الأول
٣٩	النظائر المشعة والإشعاع
٤١	• النظائر الطبيعية
٤٤	• مراحل اكتشاف النشاط الإشعاعي وعلم النظائر المشعة
٤٤	• المرحلة الأولى
٤٦	• المرحلة الثانية
٤٦	• المرحلة الثالثة

- المرحلة الرابعة ٤٧
- المرحلة الخامسة ٤٧
- المرحلة السادسة ٤٧
- العنصر المشع أو المعلم ٤٨
- المادة المشعة أو المعلمة ٤٩
- النظائر المشعة الصناعية ٤٩
- الأفرن الذرية ٤٩
- المعجلات ٤٩
- ظاهرة التأين ٥٠
- وحدات القياس للجرعات الإشعاعية ٥١
- وحدت القياس للمواد المشعة ٥٣
- وحدة كورى ٥٣
- وحدة رانفورد ٥٣
- وحدة بكيريل ٥٣
- وحدة جراى ٥٣
- أجهزة قياس الجرعات الإشعاعية ٥٤
- الأفلام الوقائية ٥٤
- الأفلام ٥٤
- المساح الإشعاعى ٥٥
- المنبه الإشعاعى ٥٥
- طرق وأجهزة تعيين الإشعاعات الذرية ٥٥
- غرفة التأين ٥٦
- العداد النسبى ٥٦

- عدد المبيض ٥٦
- عدد جيجر ٥٨
- غرفة السحاب لولمن ٥٩
- الطاقة الذرية ٦٠
- زمن الانتصاف أو نصف العمر للعناصر المشعة ٦١
- القنبلة الذرية ٦٢
- الاندماج النووي ٦٣
- القنبلة الهيدروجينية ٦٤
- الإشعاعات الكونية ٦٥



☆ الباب الثاني ٧١

- الإشعاعات الذرية وتقدم العلوم الزراعية ٧١
- مجالات علم كيمياء الأراضي ٧١
- العوامل المؤثرة على شدة الخواص في صورة الأشعة ٧٨
- حجم الحبيبات ٧٨
- تواجد المواد الأمورفية ٧٩
- درجة التوجيه للبلورات المعدنية ٧٩
- التركيب الكيماوى للمعادن ٧٩
- التركيب المعدنى للرمل ٨٠
- مجموعة المعادن الخفيفة ٨٠
- مجموعة المعادن الثقيلة ٨٠
- التركيب المعدنى للغرين ٨١
- التركيب المعدنى للطين ٨١

- ٨٢ • النشاط الإشعاعي في الأراضي الزراعية
- ٨٣ • المصادر الطبيعية للنشاط الإشعاعي في الأراضي
- ٨٦ • المصادر الصناعية للنشاط الإشعاعي في الأراضي
- ٨٦ • دراسة نمط امتصاص الفوسفور من الأرض والسماد
- ٨٩ • دراسة انتقال الفوسفور بالأراضي بواسطة الانتشار
- ٦١ • تأثير التربة بالقبائل الذرية والهيدروجينية
- ٩٥ • مجالات علم تغذية النبات
- ٩٥ • تغذية النبات عن طريق السوق والأوراق
- ٩٨ • نتائج استعمال النظائر المشعة في تغذية النبات
- ٩٨ • تقنيات استعمال النظائر المشعة
- ٩٩ • مزايا استعمال النظائر المشعة
- ١٠٠ • التطبيقات العملية للنظائر المشعة في تغذية النبات
- ١٠٠ • تتبع ميكانيكية امتصاص العناصر المغذية
- ١٠٠ • تتبع تثبيت النيتروجين الجوي لبعض النباتات
- ١٠٢ • أثر الفوسفور في مقاومة النبات للصقيع
- ١٠٣ • العلاقة بين التركيب الكيميائي للنبات والمحلول الأرضي
- ١٠٣ • تأثير محسنات التربة ومثبطات النترته على النيتروجين
- ١٠٤ • الإشعاعات الذرية وفيزياء الطور السائل في الأراضي
- ١١٠ • الإشعاعات الذرية • استصلاح الأراضي الملحية
- ١١٣ • الإشعاعات الذرية • عملية التمثيل الضوئي
- ١١٥ • الإشعاعات الذرية والعمليات الفسيولوجية في الحيوان

- ١٢١ الإشعاعات الذرية وإنتاجية المحاصيل الزراعية
- ١٢٣ • أشعة جاما والطفرات المستحثة في فول الصويا
- ١٢٤ • أشعة جاما وتحمل بذور عباد الشمس للملوحة
- ١٢٥ • تأثير أشعة جاما على محصول الحمص
- ١٢٧ • تأثير الإشعاعات الذرية على الفول السوداني
- ١٢٨ • تأثير الإشعاع على السمسم والفول السوداني
- ١٢٩ • تأثير أشعة جاما على القرطم
- ١٣٠ • تأثير أشعة جاما على نبات طماطم الزهور المستديرة
- ١٣١ • أشعة جاما وإصابة عباد الشمس بالنيماتودا
- ١٣٤ • تأثير أشعة جاما على فول المانج
- ١٣٧ • طفرات عالية لمحصول الأرز بأشعة جاما
- ١٣٨ • تأثير أشعة جاما على نباتات الشمر
- ١٤٠ • استحداث تباين في القطن للمصر باستخدام أشعة جاما
- ١٤٥ • تأثير أشعة جاما على نبات اللقطة النامي بأرض ملحية
- ١٤٧ • الإشعاعات الذرية ومقاومة الآفات الزراعية
- ١٤٨ • مقاومة الآفات الحشرية باستخدام الإشعاعات الذرية
- ١٥١ • تأثير أشعة جاما على حشرة خنفساء البقول
- ١٥١ • استخدام الإشعاع في مقاومة آفات المخازن
- ١٥٢ • دراسة تأثير مبيدات الحشائش باستخدام الإشعاعات

☆ الباب الرابع ١٥٧

- ١٥٧ الإشعاعات الذرية والإنتاج الحيواني
- ١٥٨ • الإشعاعات تسبب القضاء على الذباب الحلزوني

- ١٥٩ • الإشعاعات الذرية والتعرف على العناصر النادرة
- ١٥٩ • الزنك وعلاج الضعف العام في الجاموس
- ١٦٠ • الكوبالت وعمليات التمثيل الغذائي في الأبقار والأغنام
- ١٦٠ • أهمية عنصر السيلينيوم للحيوانات الزراعية
- ١٦٣ • النظائر المشعة وعلاج الأمراض الجلدية
- ١٦٤ • الأسترنشيوم المشع وعلاج أمراض العيون
- ١٦٤ • اليود المشع لتتبع أكلية الحيوانات الزراعية
- ١٦٥ • للنظائر المشعة وتتبع معدلات النمو.
- ١٦٦ • العناصر المشعة وتحديد الفيتامينات الهامة
- ١٦٧ • الإشعاعات الذرية وتتبع الخطوات الفسيولوجية
- ١٦٨ • الإشعاعات الذرية والحقائق العلمية في تغذية الدواجن
- ١٦٨ • عنصر الكالسيوم
- ١٦٩ • عنصر الفوسفور
- ١٦٩ • ملح كلوريد الصوديوم
- ١٧٠ • عنصر البوتاسيوم
- ١٧٠ • عنصر المنجنيز
- ١٧١ • أملاح العناصر النادرة
- ١٧٢ • تأثير التشعيع على حفظ الدواجن المبردة
- ١٧٣ • تأثير التشعيع على القدرة الحفظية للأعماك



- ١٧٩ ☆ الباب الخامس
- ١٧٩ • التأثيرات للضارة للإشعاعات ووسائل الوقاية منها
- ١٧٩ • التأثيرات الوراثية في الحيوانات

- التأثيرات الوراثية فى النباتات ١٧٩
- التأثيرات الكيميائية للإشعاعات الذرية ١٨٠
- أخطار الإشعاعات الذرية على الإنسان ١٨٠
- وسائل الوقاية من الإشعاعات الذرية ١٨٤
- التوصيات الخاصة بإزالة التلوث عن الأماكن والأدوات ١٨٦
- التوصيات الخاصة بإزالة التلوث الإشعاعى عن الأفراد ١٨٧
- إرشادات عامة ١٨٨
- شروط القواعد الصحية للعاملين بالنظائر المشعة ١٨٩
- العوامل التى تحدد خطورة العنصر المشع ١٩٠
- تقسيم العناصر المشعة من حيث الخطورة ١٩٠
- الخطوات التى يجب إتباعها عند حدوث التلوث ١٩١
- تعليمات سبل الوقاية الفردية ١٩٣
- تعليمات سبل الوقاية الخاصة بأماكن العمل ١٩٥
- المصطلحات الهامة عن الإشعاعات والنظائر المشعة ١٩٦
- الإشعاعات المؤينة ١٩٦
- الإشعاع الفعال ١٩٧
- الإشعاع الثانوى ١٩٧
- الرونتجن ١٩٧
- الراد ١٩٧
- الجرعة ١٩٧
- الكورى ١٩٧
- معدل الجرعة ١٩٨
- مقياس الجرعة ١٩٨

- طول نصف العمر ١٩٨
- طبقة نصف العمر ١٩٨
- عامل النوعية ١٩٨
- عامل التأثير البيولوجي النسبي ١٩٨
- عامل التوزيع ١٩٩
- مكافئ الجرعة ١٩٩
- الريم ١٩٩
- التعرض الخارجى ١٩٩
- التعرض الداخلى ١٩٩
- التعرض الكامل ١٩٩
- المصادر المغلقة ٢٠٠
- المصادر المفتوحة ٢٠٠
- التسمم الإشعاعى ٢٠٠
- أعلى جرعة مسموح بها ٢٠٠
- أعلى تركيز مسموح به ٢٠٠
- أعلى استيعاب مسموح به فى الجسم ٢٠٠
- العضو الحرج ٢٠١
- التلوث الإشعاعى ٢٠١
- الإشعاع الطبيعى ٢٠١
- المنطقة المراقبة ٢٠١
- الحاجز الوقائى ٢٠١
- الحظر الإشعاعى ٢٠١
- الكثف الإشعاعى للأفراد ٢٠٢

- ٢٠٢ السماح الإشعاعي
- ٢٠٢ الجرعات المسموح بها للعاملين وغير العاملين
- ٢٠٤ تقنيات العلاج من ضرر الإشعاعات الذرية
- ٢٠٤ خاتمة المطاف



- ٢٠٦ المراجع والمصادر العربية
- ٢٠٨ المراجع والمصادر الأجنبية

مقدمة

يرجع تاريخ التطور العلمي للعلوم النووية والذرية إلى أواخر القرن التاسع عشر وذلك فى عام ١٨٩٥ حيث اكتشف العالم رونتجن الأشعة السينية. ثم جاء العالم هنرى بكيرل عام ١٨٩٦ ليوضح خاصية النشاط الإشعاعى. وتبعه العالم طومسون ليسجل اكتشافه للإلكترون ووصف خاصيته عام ١٨٩٧. ثم قدم العالم رانرفورد فى عام ١٩١٢ النظرية الأساسية لتكوين الذرة. وفى عام ١٩٢٠ وضع ماكس بلانك النظرية الكمى التى استند عليها العالم بوهر فى وضع أول مفهوم حديث لتكوين الذرة عام ١٩٣٠. وخلال عام ١٩٣٢ اكتشف العالم شادويك النيوترون. وفى عام ١٩٤٥ تم أول تفجير نووى فى الولايات المتحدة الأمريكية.

وقد أتضح من خلال المشاهدات الأولى بعد اكتشاف الأشعة السينية واستعمالها أن هذه الأشعة لها خاصية إحداث تأيونات فى الأجسام التى تسقط عليها، وهذا بالتالى بسبب خطراً كيداً على عناصر البيئة وخاصة على خلايا الجسم وأنسجته الحية وهذا يترتب عليه الكثير من التضرعية، وبناءاً على ذلك فقد أولت الدوائر العلمية اهتماماً كبيراً، وبدء الكثير من العلماء بدراسة آثار الإشعاعات المؤينة على الإنسان وطرق الوقاية منها. وكان أول من أهتم بالدراسات الخاصة بالوقاية من الإشعاعات الذرية المؤينة هو العالم روس وذلك فى عام ١٩١٦.

هذا وقد أصبح من المعروف أن الإشعاعات الذرية تحمل معها جداً معيناً كيداً من الخطورة، إلا أن هذا الحد يمكن بالتأكيد التحكم فيه والوصول

به إلى شيء مسبقاً ممكن، ومن هنا نبتت الفكرة الأساسية لمبدأ اليقينية من الإشعاعات الذرية في كثافة مجلاتها واستخدماتها وأثراتها. وتشتت أيضاً للأساس. بالحدود التي تبنى عليها الأساليب الإحصائية وهذه الأسس تتمثل في سحر غشت، والأوركيزانت والمجالات المسموح بها، والتي في حين عظمنا الآن لا تشكل خطورة على عناصر البيئة المختلفة.

هذا ولم يتوقف نشاط العلماء عند هذا الحد بل وظفت استخدمات هذه الإشعاعات في العديد من المجالات الصناعية والطبية، والزراعية وغيرها. وقد شهدت السلامة العلمية وظلمة في مجال العلوم الزراعية العديد من الدراسات والبحوث التي حققت كثيراً من استخدمات الإشعاعات الذرية في التفرغ بالإنجابية الزراعية. وعلى العكس من ذلك جلمت نتائج بعض الدراسات لتفكر من استخدام هذه الإشعاعات في الأبحاث الزراعية. ولهذا رأينا أنه من الضروري أن نلقى الضوء على الجوانب الإيجابية عن مدى استخدمات هذه الإشعاعات في المجالات الزراعية مع الأخذ في الاعتبار عدم إهمال الجوانب والتأثير التي تتميز إلى بعض الجوانب السلبية وكذلك عرض نتائج الدراسات المختلفة ببيان أي تميز هذا هذا أو لذلك.

وتمثيلاً مع الفهم الطامع العالمية والقومية ودخول جمهورية مصر العربية في المجال النووي للأغراض السلمية رأى المؤلف أنه من الواجب أن يبين قصارى جهده ليقدم هذا المصنف إلى المكتبة العربية لعله يكون مصدراً بحثياً علمياً يستفيد به أبناء الوطن العربي الحبيب. ولذا فقام المؤلف بجمع العديد من الدراسات والبحوث الهامة في مجال الإشعاعات الذرية ومعى تأثيرها على الإنجابية الزراعية. وقام المؤلف بعرض نتائج هذه البحوث والدراسات بطريقة علمية مبسطة حتى يتمكن لنا الاستفادة منها.

واشتمل هذا الإصدار على خمسة أبواب رئيسية مسبقة بتمهيد مبسط عن ماهية الذرة حتى يستطيع القارئ العادى وغير المتخصص متابعة المحتوى العلمى للأبواب الخمسة التالية. هذا وقد جاء الباب الأول ليوضح طبيعة النظائر المشعة و ماهية الإشعاعات الذرية. ونوقش فى الباب الثانى مدى أهمية الإشعاعات الذرية فى تقدم العلوم الزراعية. وجاء الباب الثالث ليوضح أهم الدروات والبحوث الخاصة بالإشعاعات الذرية وتأثيرها على العديد من المحاصيل الزراعية. وتضمن الباب الرابع أيضاً أهم الدراسات والبحوث الخاصة بالإشعاعات الذرية على الإنتاج الحيوانى. وأخيراً جاء الباب الخامس ليقدم ويعرض للتأثيرات الضارة للإشعاعات الذرية وسبل الوقاية منها. وسوف يلمس القارئ فى هذا المصنف زيادة معدل استعمال المصطلحات الإنجليزية ربما عن الكثير من غيره من المصنفات. وقد أتى ذلك نتيجة لأن الغالبية العظمى من مراجع هذا الموضوع قد كتبت باللغة الإنجليزية. ولذلك فإن هذه المصطلحات سوف تكون عوناً للقارئ على ارتياد مثل هذه المصنفات.

ويود المؤلف أن يعرب عن جزيل شكره للمكتبة المصرية للطباعة والنشر لما بذلته من جهد فى سبيل إخراج وتقديم هذا المصنف إلى المكتبة العربية. وندعو الله عز وجل أن ينفعنا بثمراته.

والله ولى التوفيق.....

المؤلف

تمهيد

ماهية الذرة

- النظرية الذرية لدالتون
- تكوين الذرة
- تكوين النواة
- تركيب ذرة الأيدروجين
- تركيب ذرة الهيليوم
- تركيب ذرة الأكسجين
- ترتيب العناصر دورياً
- النظائر

تمهيد

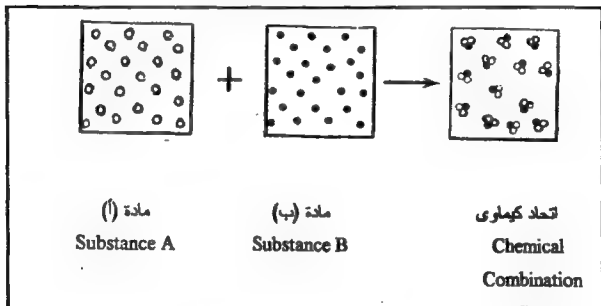
ماهية الذرة

منذ ما يقرب من ٢٥٠٠ سنة بدأ العديد من العلماء والفلاسفة القدماء وعلى رأسهم العالم الإغريقي أناكساجوراس (٥٠٠ - ٤٢٨ قبل الميلاد) التفكير عن طبيعة ما حولهم من المواد. وكان على أثر ذلك أن قادهم هذا التفكير إلى التساؤل عما إذا كانت تلك المواد توجد هكذا في صورة مستمرة أم إنها تتكون من وحدات صغيرة.

ولقد أوضح يونس (٢٠٠١) أن محاولات العديد من العلماء مرت بمراحل متعددة لإثبات أن أي مادة تتكون من وحدات متناهية الصغر، ففي سنة ٤٠٠ قبل الميلاد افترض الفيلسوف اليوناني ديموقريطس Democritus وبعض الفلاسفة الآخرين أن جميع المواد تتكون من وحدات صغيرة وظل هذا الافتراض قائماً وسائداً خلال تلك الفترة دون أن يجد البرهان التجريبي. اللازم لإثباته لأكثر من ٢٠٠٠ سنة مروراً بالافتراضات التقليدية الخاطئة لبعض الفلاسفة الآخرين وبعض الاهتمامات التكنولوجية البسيطة لبعض الكيميائيين العرب وعلى رأسهم جابر بن حيان وذلك في القرن الثامن الميلادي وأيضاً بعض المحاولات الغير مكتملة من جانب عدد آخر من الكيميائيين والمشتغلين في مجال العلوم الطبية في القرن السادس عشر حتى بداية القرن التاسع عشر حين بدلت بعض التجارب الكمية التي كان لها تأثير كبير في إقناع العلماء بهذا الافتراض القديم.

فلقد بدأ العديد من العلماء المهتمين بهذا المجال يتحدثون عن قانون النسب الثابتة لارتباط العناصر وقانون النسب المتعددة والتي لا يمكن فهمها إلا بافتراض أن المواد عبارة عن جزيئات صغيرة ترتبط مع بعضها البعض مما يتماشى مع الطبيعة الذرية للمواد كما يتبن من الشكل رقم (١) والذي يوضح أن قانون النسب الثابتة في الاتحاد الكيميائي يحسب وجوب التركيب الذري للمواد.

شكل (١): يوضح أن قانون النسب الثابتة في الاتحاد الكيميائي يتضمن وجوب التركيب الذري للمواد.



المصدر : (يونس ، ٢٠٠١).

النظرية الذرية لدالتون:

يعتبر العالم الانجليزي John Dalton الأب الأصلي للنظرية الذرية الحديثة والذي وضع نظريته سنة ١٨٠٨ ميلادية والتي تعتبر كأساس للكيمياء الحديثة والتي تنص على ثلاثة فروض هي:

١- أن العناصر لا بد وأنها تتكون من ذرات Atoms صغيرة جداً غير قابلة للتجزئة.

٢- أن ذرات العنصر الواحد كلها متشابهة.

٣- أن الذرات من أنواع مختلفة ترتبط لكي تكون جزيئات المركبات.

وقد أثبتت الدراسات الحديثة أن بعض هذه الفروض ليست صحيحة تماماً، فالذرات ليست غير قابلة للانقسام كما افترضت نظرية دالتون. كما أن ذرات العنصر الواحد ليس من الضروري أن تكون كلها متشابهة ولكن كل هذا لم يتأكد إلا بعد ظهور نظرية دالتون بسنين عديدة، وبهذا اعتبرت تلك الأفكار الجديدة تمحيصاً للأفكار الأساسية لنظرية دالتون فهي لم تنقضى أو تكذب الاعتقاد الأساسي من وجود الذرات بل أضافت براهين على وجودها، فالنظرية الذرية كما وضعها دالتون كانت متمشية مع البرهان التجريبي في ذلك الحين وبذلك أصبحت هي الأساس الذي شيدت عليه الكيمياء الحديثة.

ومما هو جدير بالذكر أن للنظرية الذرية في ذلك الوقت كان عليها أن تتغلب على كثير من التحديات والعقبات وخصوصاً تلك التي تحتاج لتقدير عدد الذرات من نوع ما التي يمكنها أن تكون جزئ واحد من المادة، كما أن الأمور أصبحت بعد ذلك أكثر سوءاً وتعقيداً خاصة عندما اتضح أن كثير من كيميائي ذلك الوقت لم يتمكنوا من التمييز التام ما بين الذرة والجزء، حيث أن الفروض والنظريات عن الذرات والجزيئات في ذلك الوقت كانت حديثة وغير واضحة تماماً ولم يكن هناك اتفاق عام عليها كما أن البرهان المباشر على وجود تلك الذرات أو الجزيئات لم يكن متاحاً بعد.

- واستمر الحال على هذا النحو لأكثر من نصف قرن حتى عام ١٨٦٠ حينما جاء العالم الإيطالي الشهير Stanislao Canizzaro ليقدّم بحثاً متميزاً أشار فيه بوضوح إلى التمييز بين الذرات والجزيئات، كما وصف طريقة لتقدير الأوزان النسبية لجزيئات وذرات العناصر المختلفة. وهكذا يتضح من البداية أن للوحدة الأساسية في الفكر الكيماوي هي الذرة أو الجزيء ومن هنا كان الاهتمام بدراسة التركيب التفصيلي لذرات العناصر.

هذا وقد أوضح العالم الكبير إينشتين أن بالذرة طاقة كبيرة يمكن تسخيرها وتوظيفها والاستفادة منها في العديد من المجالات حيث أوضح أن المادة صورة من صور الطاقة. وقد أثبت من خلال دراساته أن الجرام الواحد من المادة يتحول إلى ألف مليون مليون مليون وحدة من وحدات الطاقة والتي يعبر عنها بالأرج. أو يمكن أن يتحول هذا الجرام إلى ٢٥ مليون كيلوات ساعة. وبعد جهود عظيمة حصل العلماء على الطاقة من الذرة عام ١٩٣٩ وعندئذٍ لاحت أشباح الحروب وهذا بدوره أدى إلى تنشيط الأبحاث والدراسات لاستخدام سلاح الطاقة الذرية. وللتاريخ يشهد على ما حدث في بعض المدن اليابانية. وعلى هذا تنبّه الرأي العام للعالمى إلى حتمية تعميم الاستفادة من الطاقة للذرية في الأغراض السلمية وهذا بدوره أدى إلى تضافر جهود العلماء لتوجيه دراساتهم وأبحاثهم في هذا المجال لخدمة البشرية بصفة عامة.

وعموماً ومن السياق السابق يتضح بأن أى مادة على وجه البسيطة تتكون من جزيئات، وتتكون الجزيئات من عناصر والعناصر تتكون من ذرات، وعلى هذا يمكن القول أن الذرة هي وحدة العنصر. ولا يفوتنا في هذا المقام أن نذكر القارئ لهذا الإصدار أن القرآن الكريم ومنذ ١٤٢٧ عاماً ذكر

فى قوله تعالى فى الآيات رقم ٧٠٦ من سورة الزلزلة " فمن يعمل مثقال ذرة خيراً يره " ومن يعمل مثقال ذرة شراً يره " صدق الله العظيم. ويعتبر ذلك سبق وإعجاز علمى.

تكوين الذرة:

تتكون الذرة من نواة Nucleus يتركز فيها وزن الذرة، ويدور حول هذه النواة فى محيطات أو مدارات خارجية عدد من الإلكترونات والتى يعتبر وزنها ضئيلاً جداً بالنسبة إلى وزن نواة الذرة وهذه الإلكترونات جميعها محملة بشحنات سالبة.

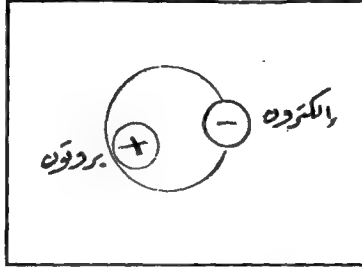
تكوين النواة:

تتكون نواة الذرة من عدد من البروتونات Protons وعدد من النيوترونات Neutrons. والبروتون هو عبارة عن جسم صغير ثقيل نسبياً وزنه 1.673×10^{-24} جرام وهو محمل بشحنة موجبة، وأما للنيوترون فيبلغ وزنه تقريباً وزن البروتون ومقداره 1.674×10^{-24} جرام وهو متعادل كهربياً. أما الإلكترون فوزنه 9×10^{-28} جرام وهو يحمل شحنة سالبة. وإليك عزيزى القارئ أمثلة لتكوين بعض ذرات العناصر حتى يتسنى لنا متابعة المحتوى العلمى للأبواب التالية من هذا الإصدار.

تركيب ذرة الأيدروجين:

تعتبر ذرة الأيدروجين من أبسط الذرات حيث أنها تتكون من بروتون واحد وفى محيطها أو مدارها الخارجى يسبح إلكترون واحد والشكل رقم (٢) يوضح تركيب ذرة الأيدروجين.

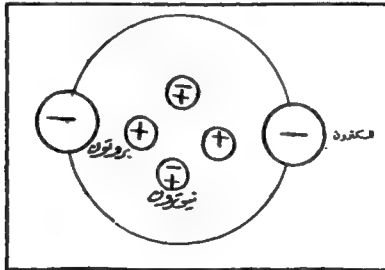
شكل (٢): تركيب ذرة الأندروجين.



تركيب ذرة الهيليوم:

تتكون ذرة الهيليوم من نواة تحتوى على بروتونين ونيوترونين أما المدار الخارجى لها فيوجد فيه إلكترونان والشكل رقم (٣) يوضح تركيب ذرة الهيليوم. وحتى تتضح الصورة يمكن على أبسط الفروض اعتبار النيوترون المتعادل كهربائياً بروتون موجب الشحنة اتحد به إلكترون سالب الشحنة.

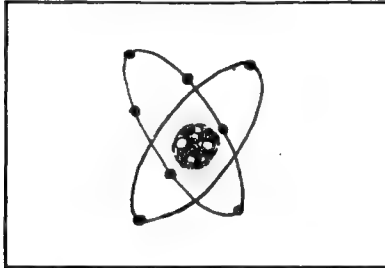
شكل (٣): تركيب ذرة الهيليوم.



تركيب ذرة الأكسجين:

تعتبر ذرة الأكسجين ذرة أكثر تعقيداً من ذرة الهيليوم فهي تحتوى على ٨ بروتونات، ويدور حولها ثمان إلكترونات، والشكل رقم (٤) يوضح تركيب ذرة الأكسجين بصورة مبسطة.

شكل (٤): تركيب ذرة الأكسجين.

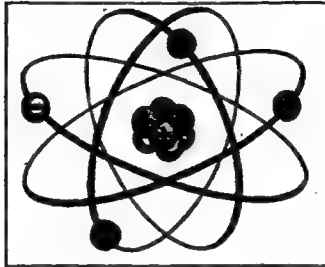


ثم يلى ذلك ذرات العناصر الأخرى حيث يزداد عدد البروتونات الموجودة فى نواتها وكذا عدد الإلكترونات الموجودة فى محيطها الخارجى أو فى مداراتها الخارجية.

هذا ويجب ملاحظة أن عدد المدارات التى تسبح فيها هذه الإلكترونات يتراوح من ١ إلى ٧ مدارات وذلك باختلاف أنواع ذرات العناصر المختلفة، كما أن الشحنة الكهربائية السالبة التى على كل إلكترون من الإلكترونات التى توجد وتسبح فى مدارات الذرة خارج النواة تساوى تماماً كل شحنة موجبة على بروتون من البروتونات الموجودة داخل النواة

وهذا ما يعرف بالتعادل الكهربائي للذرات. والشكل رقم (٥) يوضح مثال مبسط لمدارات بعض الذرات.

شكل (٥): مثال مبسط للذرة.



ترتيب العناصر دورياً:

وضع العالم ديمتري مندلييف في ١٧ فبراير ١٨٦٩ مخططاً بسيطاً لرموز العناصر الكيميائية بترتيب يعتمد على أوزانها الذرية. وقد أشار الدركزلى (١٩٩٤) إلى أن هذا العمل يعتبر من أهم الأحداث فى تاريخ الكيمياء حيث أنه غير كلياً نظرة العلماء وفهمهم للعناصر.

وقد تنبأ العالم مندلييف بعد ترتيبه للعناصر بوجود ثلاث عناصر لم تكن مكتشفة آنذاك وهى الغاليوم والسكانديوم والجرمانيوم كما ترك فراغات فى جدولهِ لعناصر أخرى توقع اكتشافها. وخلال عشرين عاماً من وضع جدول مندلييف اكتشفت هذه العناصر الثلاثة مؤكدة صحة نظرية مندلييف وهو ما لم يتوقعه مندلييف نفسه أن يحدث خلال حياته.

كما أوضح الدكتور زلى (١٩٩٤) أن مجمل ما توقعه مندليف هو عشرة عناصر تم اكتشاف ثمانية منها وقد وصل عدد العناصر إلى ما يزيد على المائة. كما أن سر ترتيب العناصر بدأ بالوضوح بعد ست سنوات من وفاة العالم مندليف أى فى عام ١٩١٣ حين أوضح الفيزيائى هنرى موزلى أن المواقع الصحيحة للعناصر يجب أن تعتمد على العدد الذرى وليس على الوزن الذرى كما وضع مندليف وحل بذلك المشكلة التى حيرت مندليف وعلى هذا جاءت فكرة ترتيب العناصر على أساس عدد البروتونات الموجودة فى نواة كل منها.

فيبدأ بعنصر الأيدروجين ويعطى له رقم ١ حيث أن نواة ذرته تحتوى على بروتون واحد ثم يأتى بعد ذلك عنصر الهيليوم ويعطى رقم ٢ لأن نواة ذرته تحتوى على بروتونين، ثم يأتى عنصر الليثيوم ويعطى رقم ٣ لاحتواء نواته على ٣ بروتونات وهكذا. وعلى ذلك فيعتبر عدد البروتونات الموجودة فى نواة كل ذرة عدداً دالاً على عددها الذرى أو رقم ترتيبها فى الجدول الدورى للعناصر أى أن العدد الذرى يساوى عدد البروتونات الموجودة بها.

ومن الجدول الدورى الحديث يمكن معرفة صفات العنصر فيما يخص تفاعله مع باقى العناصر ونوع المركبات التى يمكن أن تنتج عن تفاعلاته وصفاته الفيزيائية، من خلال ١٨ مجموعة من العناصر. وهناك بعض الاسماء الشائعة التى تطلق على مجاميع العناصر المختلفة فى الجدول الدورى، فمثلا المجموعة الأولى فيما عدا الأيدروجين يطلق عليها العناصر القلوية والتى تحتوى على الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم وغيرها بعناصرها السبعة والمتشابهة بشدة تفاعلها الكيميائى. ومن الجدير بالذكر أن اسم هذه

المجموعة (Alkali) لثقت من الاسم العربي القديم والمشتق من كلمة (القلى) حيث يشبه التفاعل الشديد لعناصر هذه المجموعة - كإلقاء قطعة صغيرة من الصوديوم فى الماء - ما يحدث للزيت عند القلى.

والمجموعة التالية يطلق عليها عناصر الأراضى القلوية وهكذا يوجد العديد من التسميات فهناك مجموعة عناصر العملة ومجموعة الهالوجينات أما آخر مجموعة فهي مجموعة الغازات الخاملة والتي تشمل الهيليوم والنيون والأركونيوم وغيرها والتي تتميز بعدم تفاعلها مع أى عنصر آخر.

ولقد احتوت أسماء العناصر المكتشفة حديثاً على أسماء كواكب " يورانيوم ، بلوتونيوم ، نبتونيوم" وأسماء قارات " يوربيوم ، امريشيوم" وأسماء دول أو ولايات " بولونيوم ، كاليفورنيوم" إضافة إلى أسماء علماء كالعنصر ١٠١ الذى أطلق عليه أسم منديليفيوم وذلك تكريماً لمن أدت فكرته إلى خدمة عظيمة فى طريق المعرفة العلمية.

وأما مجموع البروتونات مضافاً إليه مجموع النيوترونات فيكون ما يعرف بالعدد الكتلى Mass number. والجدول رقم (١) يوضح الجدول النورى للعناصر.

النظائر: Isotopes

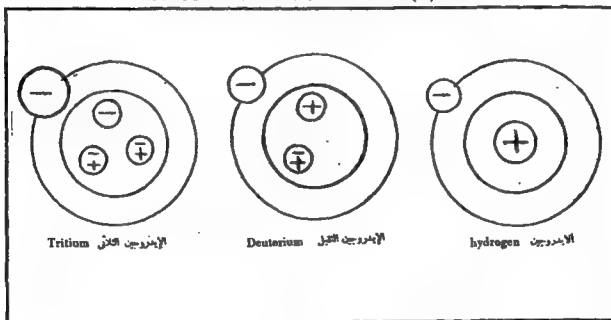
أوضح الشولربى (١٩٦١) أن النظائر أو التوائم أو المشابهات الخاصة بعنصر معين لها جميعاً نفس التفاعلات والخواص الكيميائية. وبما أن الذى يحدد هذه الخواص الكيميائية هو عدد الإلكترونات الخارجية وبالتالي عدد البروتونات التى فى النواة، وعلى ذلك فالنظائر الخاصة بعنصر ما لها

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

۲۲

عدد ذرى واحد وإنما تختلف فى أوزانها الذرية بسبب اختلاف عدد النيوترونات الداخلة فى نواة كل تولىم أو نظير من النظائر المختلفة الخاصة بعنصر ما. فمثلا يوجد ٣ نظائر للأيدروجين. فلأيدروجين العادى لا يحتوى على نيوترونات على الإطلاق. بينما يحتوى النظير الثانى للأيدروجين والمعروف بالـ Deuterium على نيوترون واحد إلى جانب البروتون، ويحتوى النظير الثالث والمعروف بالـ Tritium على نيوترونين إلى جانب البروتون والشكل رقم (٦) يوضح التركيب الذرى لنظائر الأيدروجين.

شكل (٦): التركيب الذرى لنظائر الأيدروجين.



المصدر: (الشواربى، ١٩٦١).

وهكذا يتضح من الشكل رقم (٦) أن هذه النظائر الثلاثة لها عدد ذرى واحد هو الواحد الصحيح، بينما ترى أن لها ثلاثة أوزان ذرية مختلفة، فالأيدروجين العادى وزنه للذرى واحد والأيدروجين الثقيل وزنه للذرى ٢ ونظراً لأنه اكتشف قبل الأيدروجين الثلاثى فقد سمي بالأيدروجين الثقيل. وعند اتحاد الأيدروجين الثقيل بالأكسجين يتم الحصول على ما يعرف الآن

بابم الماء الثقيل. وعند اكتشاف الـ Tritium وجد أنه أثقل فعلاً من كل من الأندروجين العادى والتثقيل لأن وزنه الذرى ٣. تلك هى النظائر العادية فما هى النظائر المشعة؟ وسوف تأتى الإجابة بصورة وافية فى محتوى الباب الأول من هذا الإصدار.

الباب الأول

النظائر المشعة والإشعاع

- النظائر الطبيعية
- مراحل اكتشاف النشاط الإشعاعي وعلم النظائر المشعة
- العنصر المشع أو المعلم
- المادة المشعة أو المعطمة
- الأقرن الذرية
- المعجلات
- ظاهرة التآين
- وحدات القياس للجرعات الإشعاعية
- وحدت القياس للمواد المشعة
- أجهزة قياس الجرعات الإشعاعية
- الطاقة الذرية
- زمن الانعصاف أو نصف العمر للعناصر المشعة
- القنبلة الذرية
- الاندماج النووي
- القنبلة الهيدروجينية
- الإشعاعات الكونية

الباب الأول

النظائر المشعة والإشعاع

سبق أن ذكرنا في الجزء الخاص بالتمهيد لهذا الإصدار أن الذرة تتكون أساساً من نواة موجبة الشحنة، وهذه النواة تكون محاطة بأغلفة أو مدارات على شكل إلكترونات مدارية سالبة الشحنة، وتحتوى النواة على بروتونات ونيوترونات وهى الجزء الرئيسى المكون لكثلة الذرة وتحمل البروتونات شحنة موجبة أما للنيوترونات فهى متعادلة للشحنة ويبلغ قطر النواة 10^{-13} سم تقريباً، وتحتوى النواة على كثلة الذرة بينما يبلغ قطر الذرة بما فيها من المدارات الإلكترونية 10^{-8} سم أى حوالى واحد إنجسترام.

وأن عدد البروتونات فى نواة أى عنصر يعتبر مميز للخواص الكيميائية لهذا العنصر. بينما ذرات العنصر قد تحتوى أو لا تحتوى على نفس العدد من النيوترونات فى النواة. والذرات التى تحتوى على نفس العدد من البروتونات ولكنها تختلف فى عدد النيوترونات يطلق عليها اسم النظائر أو التوائم أو المشابهات لهذا العنصر Isotopes. وحيث أن كثلة البروتون أو النيوترون تقترب كثيراً من وحدة كثلة للوزن الذرى فعلى ذلك يكون الوزن الذرى يساوى تقريباً عدد البروتونات وعدد النيوترونات الموجودة فى النواة. وخير مثال على ذلك أنه فى حالة الأكسجين نجد أن ذرة الأكسجين العادى عددها الذرى ٨ ووزنها الذرى ١٦ إذ تحتوى على ٨ بروتونات ، ٨ نيوترونات ويوجد ذرة أكسجين أخرى تحتوى على ٨ بروتونات ، ٩ نيوترونات أى أن الوزن الذرى لها يساوى ١٧ وكذلك هناك ذرة أكسجين

ثالثة وزنها اأذرى ١٨. هذا ويقدر عدد النظائر لجميع العناصر المعروفة بحوالى ١٢٠٠ نظير يوجد منها فى الطبيعة حوالى ٣٠٠ نظير.

وقد أثبتت الدراسات والتجارب أن نوى بعض النظائر ليست دائماً فى حالة استقرار بل تضمحل وتحول تلقائياً تبعاً لمعدل انحلال خاص Disintegration (فقد فى الطاقة). ويوجد فى الطبيعة عدد من النظائر أو المشابهات الغير ثابتة والتى يتم الحصول عليها بطرق صناعية وذلك باستخدام المفاعلات أو المعجلات الذرية. يصاحب عملية التحلل لهذه النظائر الغير ثابتة انبعاث أنواع مختلفة من الأشعة الموجية أو الجسيمية وهذه النظائر الغير ثابتة يطلق عليها النظائر المشعة.

وينبعث من نواة النظير المشع جسيمات مختلفة هى ألفا α ، β^+ ، β^- وأشعة جاما. ويرجع عدم استقرار النواة علمياً إلى ثلاث عوامل رئيسية:

١- اختلاف نسبة النيوترونات إلى البروتونات فى النواة.

٢- ازدياد رقم الكتلة.

٣- ارتفاع طاقة النواة وهى تخرج على صورة Gamma Ray.

وتعرف أشعة ألفا بأنها عبارة عن جسيمات غاية فى الصغر، لا ترى بالعين ولا بأكبر مجهر، تجرى سريعة منبعثة من نوى الذرات وتتكون من نواة ذرة هيليوم سريعة وزنها للكتلى ٤ (٢بروتون + ٢ نيوترون) لذلك فهى تحمل شحنتان موجبتان وتتطلق من النواة بسرعة عالية.

ويعرف كلا من β^+ ، β^- بأنها عبارة عن جسيمات قد تكون ذات شحنة موجبة وهى عبارة عن البوزيترون positron أو ذات شحنة سالبة وهى الإلكترون. كما تعرف أشعة جاما Gamma Ray بأنها عبارة عن أشعة

كهرومغناطيسية photon ذات طول موجة قصيرة إذا قورنت بالضوء المرئى وهى تسير بسرعة الضوء 3×10^{10} م/ ثانية.

النظائر الطبيعية:

هى النظائر الموجودة فى الطبيعة والتى تحتوى على عدد منخفض من البروتونات ماعدا الأيدروجين وتساوى تقريباً عدد النيوترونات تكون عادة نظائر ثابتة غير مشعة (حالة استقرار). ولكن عند زيادة العدد الذرى فى بعض العناصر نجد أن عدد النيوترونات يزداد أكثر من البروتونات والذى يودى فى النهاية إلى أن تكون نواة الذرة غير ثابتة وعلى ذلك فإن الجزء الأكبر من النظائر الغير ثابتة والموجودة فى الطبيعة عبارة عن نظائر ذات العدد الذرى الكبير أى عدد مرتفع من البروتونات حيث تصل نسبة النيوترونات إلى البروتونات ١,٥ : ١.

ويعتبر انطلاق جسيمات ألفا خاصية مميزة لهذه العناصر حيث تنطلق منها كجسيم واحد يتكون من ٢ بروتون + ٢ نيوترون. والحقائق التالية توضح النسب بين النيوترونات والبروتونات وثبات تلك العناصر.

١- عند زيادة عدد النيوترونات فى النواة فإن عدد البروتونات يتجه إلى الزيادة عن طريق انطلاق أو انبعاث جسيمات β^- أو دقائق β^- من النواة والذى يصاحبه تحول النيوترون إلى بروتون وذلك طبقاً للمعادلة التالية:



والنيوترينو (neutrino) جسيمات متناهية الصغر لا تحمل شحنة كهربائية وتصاحب انبعاث جسيمات β^- السالبة من النواة ويلاحظ فى هذه الحالة ثبات رقم الكتلة وازدياد العدد الذرى. ويفقد النيوترون تماماً. ووظيفة النيوترون التخفيف من التناثر بين البروتونات فى النواة. ولتوضيح ذلك

فأن ذرة الهيليوم خاملة كيميائياً ولكنها يمكن أن تتدخل فى تفاعلات ذرية طبقاً للمعادلة التالية.



٢- عندما يزداد عدد البروتونات فى النواة فإنه يمكن تقليل هذا العدد بواسطة قذف β^+ من النواة على حسب طاقة معينة وذلك طبقاً للمعادلة التالية.



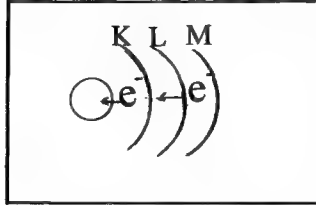
وجسيمات اللانيتريو (antineutrino) تصاحب انطلاق البوزيترون β^+ من النواة. ومهمة النيتريو تحمل الفرق بين طاقة الإلكترون الفعلية والطاقة القصوى له ومهمة اللانيتريو تحمل الفرق بين طاقة البوزيترون الفعلية والطاقة القصوى لها.

٣- عند زيادة البروتونات فى النواة فإنه يمكن اختزالها عن طريق مسك أو أثر إلكترون مدارى طبقاً للمعادلة التالية:



وهنا يقل العدد ويظل رقم الكتلة ثابت (وهنا يتجه العنصر إلى عنصر أقل) نتيجة مسك البروتون فى النواة للإلكترون المدارى فى المسار K يتحول إلى نيوترون وبالتالي ينتقل إلكترون من مدار L ليحل محل الإلكترون فى المدار K وفرق طاقة الإلكترون من مدار إلى آخر تنطلق على شكل أشعة جاما ذات الطاقات المختلفة وذلك بخلاف طاقة جاما التى تصدر من الإلكترون الذى مسك فى النواة والشكل رقم (٧) يوضح عملية مسك البروتون للإلكترون.

شكل (٧): عملية مسك البروتون للإلكترون.



٤- قد تتجه النواة لفقد بروتون وهذا نادر للحدوث ففي هذه الحالة يقل الوزن والعدد الذرى. ويعد انطلاق جسيمات β^- والـ K-Capture بأن الأنوية المتكونة تصل إلى حالة الثبات بعد أن كانت في حالة هياج وإثارة ويصاحب ذلك انبعاث أشعة جاما.

٥- قد يؤثر تبادل الفعل Interact حدوث تداخل بين أشعة جاما والإلكترون المدارى القريب من النواة فى الذرة المشعة فيحدث لهذا الإلكترون إثارة مما يتسبب فى انطلاق هذا الإلكترون بعيداً عن الذرة بسرعة ويكون ذلك صفة للـ X ray وتعرف هذه العملية بالتحويل الإلكتروني الداخلى Internal conversion electron.

٦- فى المجال الكهرومغناطيسى للنواة إذا حدث دخول أشعة جامبة ذات طاقة أعلى من 1.02 Mev فإنها تتحول إلى جسيمات e^+ , e^- وإذا حدث تصادم e^+ الناتج مع إلكترون مدارى من ذرة أخرى ينتج طاقة Photon وتسمى هذه العملية Annihilation انحلال أو تحول إلى طاقة.

ويوجد هناك عدد كبير من النظائر المشعة طبيعياً وقد أوضحت الدراسات الكشفية أن هناك ٣ مجموعات من العناصر المعروفة بنشاطها الإشعاعي الطبيعي وهى:

- ١- مجموعة اليورانيوم، ومن ضمن عناصرها اليورانيوم والراديوم.
- ٢- مجموعة الثوريوم ومن أشهرها عنصر الثوريوم وهو يوجد بكمية كبيرة فى الرمال السوداء التى توجد فى منطقة رشيد.
- ٣- مجموعة الاكتينيوم وأشهرها عنصر الاكتينيوم.

وجميع هذه المجموعات من العناصر المشعة طبيعياً تستمر فى إطلاق الإشعاعات المختلفة حتى تستنفذ كل إشعاعاتها وعند ذلك تتحول جميعاً إلى عنصر واحد نواته مستقرة وليس له نشاط إشعاعي فيقف بذلك انبعاث هذه الإشعاعات ويتكون العنصر غير المشع وهو عنصر الرصاص. وهناك عدد آخر من العناصر المشعة الطبيعية التى توجد بكميات ضئيلة وتشمل الروبيديوم ٨٧ والاسكانديوم ١٥٢ والرونيوم ١٨٧.

مراحل اكتشاف النشاط الإشعاعي وعلم النظائر المشعة:

مر اكتشاف النشاط الإشعاعي وعلم النظائر المشعة بعدة مراحل والذى يمكن إيجازها فى الآتى:

المرحلة الأولى:

لقد كان اكتشاف العناصر المشعة وليد الصدفة، ولقد كان للعام هنرى بكيريل الفضل فى اكتشافها، ولقد كان للظاهرتين الآتين دور هام فى ذلك. الظاهرة الأولى هى اكتشاف أشعة X لكس لو. أشعة رونتجن فى عام ١٨٩٥ وذلك باستخدام أنابيب التفريغ ذات الجدران الزجاجية والتى تتوهج بلسون أصفر مائل للاخضرار عند اصطدام أشعة المهبط بجدران الأنبوبة. هذا وقد

لوحظ أن هذه الأشعة نافذة لأنها تؤثر على الألواح الفوتوغرافية الملفوفة في ورق أسود. أما الظاهرة الثانية فهي ظاهرة الفسفرة (التوهج) وقد قام هنرى بكيريل بدراسة هذه الظاهرة لأملاح اليورانيوم بعد أن كان والده مهتماً بها ١٨٢٠ - ١٨٩١ حيث قام هنرى بكيريل بإجراء دراساته خلال عام ١٨٨٠ واستطاع أن يحضر ملح مزدوج في الشق القاعدي لحامض الكبريتيك بأن يدخل عنصرى اليورانيوم واليوتاسيوم $K_2UO_4 \cdot 2H_2O$ وهذا الملح أحدث تفسير (توهج) حاد في ظهور الأشعة، واستمر هنرى في أبحاثه وتجاربه باستخدام ملح اليوتاسيوم واليورانيوم وحامض الكبريتيك وفى ٢٤ فبراير عام ١٨٩٦ أعلن أول نتيجة من تجاربه بعد ظهور ضوء ساطع من بلورات اليورانيوم المنتجة للإشعاع والتي أدت إلى تسويد للكروت الحساسة للتصوير والملفوفة في أوراق سوداء ومحجوزة بحواجز من الزجاج الأسود لتفادى تأثير المواد الأخرى، ثم استمر في تجاربه وحصل على نتائج، وأوضح أن هناك تأثير أظهر نفس القوة أو الإضاءة للبلورات مثل ضوء ساطع يظهر فى الظلام التام. والإشعاع الساقط المتولد من أملاح اليورانيوم الذائبة وكذلك اليورانيوم المعدنى وجدت أن شدة الإشعاع تتناسب مع كمية اليورانيوم الموجودة فى العينة وهذه لها خواص أشعة X لكس.

وتتابعت الأبحاث والدراسات حتى عام ١٨٩٨ حيث تبلورت هذه للنتائج والدراسات لاكتشاف علماً جديداً. كما أظهرت أيضاً دراسات بيير كورى وزوجته أن أشعة اليورانيوم عبارة عن ظاهرة خاصة وليست مرتبطة بالحالة الطبيعية أو الكيماوية وبذلك ظهرت التسمية المعروفة بالنشاط الإشعاعى.

المرحلة الثانية:

فى عام ١٨٩٨ توصل بيير كورى وزوجته إلى أن مركبات الثوريوم تصدر أشعة للعنصر، ومن أهم الملاحظات أيضا أن اليورانيوم الخام أظهر إشعاعاً كبيراً عما فى حالته النقية. وعمليات الفصل الكيماوى لهذا الخام أظهرت أول تجربة مواد مختلطة مشعة مع اليورانيوم، وأيضاً من أهم أعمال آل كورى هو اكتشاف عنصر البولونيوم والروديوم كعناصر جديدة لم تكن معروفة وقتئذ وقد أمكن اكتشافها بفضل شدة إشعاعها.

وأيضا تمكنت مدام مارى كورى من عزل وفصل ١٠٠ ملليجرام من مادة عنصر الراديوم وأوضح أن الوزن الذرى له ٢٢٥. وبعد مدام كورى أعيد حساب الوزن الذرى فحصلوا على ٢٢٦,٥ ولكن للقيمة الجدولية ٢٢٦,٠٥ وأوضح تجارب بكيريل أن اليورانيوم فى الظلام بدون طاقة مستمدة من الخارج يستمر فى الإشعاع لعدة أعوام بدون نقص فى شدة إشعاعه.

المرحلة الثالثة:

وقد استطاع راذرفورد أن يحسب هذه الطاقة بالتقريب من ناحية ارتباطها بالنشاط الإشعاعى ومصدر هذه الطاقة كان غير معروف ولكن عند استعمال عينات ذات تركيز معين من الإشعاع توصل إلى قياس الحرارة المساوية لطاقة النشاط الإشعاعى وهذه تساوى ١٠٠ كالورى / ساعة / جرام راديوم. وبمعرفة هذه الطاقة أوضح العلماء أنه سيكون لهذه الطاقة أهمية كبيرة فى العالم. وقد نشر هذا الكلام فى ١٩٠٣ وافترض العلماء أن هذه الطاقة يمكن أن تستغل فى الحروب وقد تودى إلى فناء العالم.

المرحلة الرابعة:

وفى هذه المرحلة قد درست الحقائق الخاصة بالنشاط الإشعاعى والإشعاع على أن لها تأثير جزيئى فى الهواء، وقد درست هذه الظاهرة فى ذلك الوقت بواسطة العالم ججى طومسون وآخرون وذلك عن طريق استعمالهم لأشعة أكس باستعمال قيمة التأين للهواء ووضعت كمقياس لشدة الإشعاع والتي كانت أكثر دقة عن طريق الجرعات على كارت حساس.

المرحلة الخامسة:

حاول رانفورد دراسة النشاط الإشعاعى والإشعاع حيث كان يقيس مقدار الأشعة الممتصة من سقوطها على غلالات رقيقة من المعادن وكانت الدراسة تتكون من مكونين أحدهما:

١- تمتص على الألومنيوم على شكل غلالة رقيقة جداً وكان يعرف باسم أشعة ألفا.

٢- والمكون الآخر امتص على طبقة أسمك ١٠٠ مرة وأعطيت اسم بيتا.

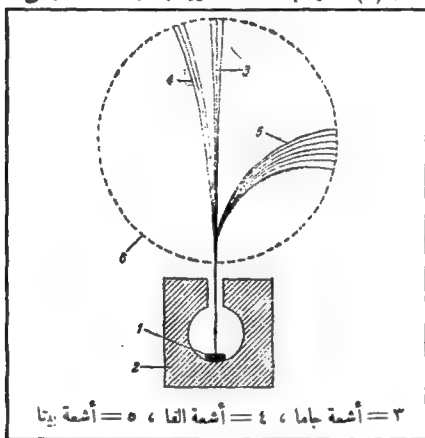
وقد اقترح أنه إذا وجدت فى طريق أشعة بيتا مادة ماصة عبارة عن غلالة من الألومنيوم أو الذهب لها سمك ١ ملليمتر فأن الطاقة ستخف. وقد وجد أن قيمة معامل الامتصاص سواء للألومنيوم أو بالنسبة للغلالات المعدنية الأخرى ترتفع هذه القيمة بارتفاع الوزن الذرى للمادة الماصة.

المرحلة السادسة:

وفى عام ١٩٠٤ بدأت الدراسات والبحوث توضح خصائص كل من أشعة ألفا وأشعة بيتا، حيث ظهرت الحقائق التى سبق ذكرها لكل من أشعة ألفا وبيتا. إذ أوضحت الدراسات أن شحنة ألفا موجبة وسرعتها تساوى ٠,١ من سرعة الضوء. وسرعان ما اكتشف العلماء أن جسيم ألفا عبارة عن أيون

ذرة هيليوم حيث كان يلاحظ وجود الهيليوم فى اليورانيوم والثوريوم وبعد
 تلك ظهرت حقيقة أن استعمال غلاية رقيقة جداً من الزجاج أظهر ظهور
 غاز الهيليوم نتيجة للإشعاع. ومن هذه الأبحاث الخاصة بالأشعة الجسيمية
 ألفا وبيتا ظهرت أشعة لا تنحرف فى المجال المغناطيسى أطلق عليها أشعة
 جاما. والشكل رقم (٨) يوضح مدى تأثير الإشعاعات الثلاثة بالمجال
 المغناطيسى.

شكل (٨): تأثير الإشعاعات الذرية بالمجال المغناطيسى.



المصدر: (عيسى وآخرون ، ١٩٦٤).

العنصر المشع أو المعلم:

هو عبارة عن العنصر الذى له خواص إشعاعية بمقارنته بنفسه فى
 الطبيعة . وتوجد طريقتين للحصول على العنصر المشع أو المعلم:

- ١- يمكن الحصول عليه من العنصر المنتشر فى الطبيعة مع العنصر الغير مشع وقد يكون ذلك موجود بكميات ونسب ضئيلة مختلطة بالعنصر الطبيعى والجدول رقم (٢) يوضح بعض الأمثلة على ذلك.
- ٢- يمكن الحصول على العنصر المشع باستعمال العناصر المشعة الصناعية مثل H_1^3 .

المادة المشعة أو المعطمة:

تعرف بأنها المركب الذى يحتوى على واحد أو أكثر من العناصر المشعة عند مقارنتها بمثلثاتها فى الطبيعة.

المنظائر المشعة الصناعية:

يمكن جعل جميع العناصر التى فى الطبيعة والتى ليس لها خاصية النشاط الإشعاعى مشعة صناعياً ويتم ذلك بطريقتين:

١- الانقارن الذرية Reactors:

هى عبارة عن أجهزة معقدة التركيب، يتم فيها تحويل العناصر العادية إلى عناصر لها نشاط إشعاعى عن طريق إحداث تفاعلات التحليل النووى.

٢- المعجلات Accelerators:

تعرف المعجلات بأنه عبارة عن أجهزة خاصة تعمل على تزويد البروتونات أو الجسيمات النووية بطاقات كافية تسمح بإدخالها إلى وسط النواة وتجعلها قادرة على الاستقرار فى قلب النواة وعدم تنافرها مع البروتونات التى فى النواة أصلاً.

جدول (٢): أمثلة لبعض النظائر المشعة الموجودة في الطبيعة.

العنصر الطبيعي	نسبة العنصر الطبيعي	العنصر المشع	نسبة العنصر المشع
H_1^1	99.98%	H_1^2	0.02%
C_6^{14}	98.89%	C_6^{13}	1.11%
N_7^{14}	99.635%	N_7^{15}	0.365%
O_8^{16}	99.709	O_8^{17}	0.037%
		O_8^{18}	0.204%
Cl_{17}^{35}	75.40%	Cl_{17}^{35}	24.60%

المصدر: (الشواربي، ١٩٦١).

ظاهرة التأين:

تعرف ظاهرة التأين بأنها الحالة التي تفقد فيها الذرة إلكترونات أو أكثر. ويعرف ما فقدته الذرة بأيون سالب الكهربية وما تبقى من الذرة بأيون الموجب. ومن المبادئ المقررة أن ذرات المواد في حالتها الطبيعية متعادلة (أي أن عدد الشحنات الموجبة على نواة الذرة يساوى عدد الشحنات السالبة التي في مداراتها الخارجية حول النواة) ويمكن لحدوث تأين في وسط ما عن طريق امتصاص قدر من الطاقة يكفي لحدوث أو تحقيق هذا التغير.

والإشعاعات المؤينة هي تلك الإشعاعات التي يمكن أن يمتص منها قدر من الطاقة يكفي لحدوث هذا التأين في الوسط ويقصد في مجال علمنا أشعة ألفا وبيتا وجاما. ويمكن لجمال اصدار الذرة لمثل هذه الإشعاعات في إنها جميعاً نتيجة تغير في طبيعة الدقائق الرئيسية للمكونة للنواة أو اضطراب دائم أو مؤقت في القوة المتعددة والتي تحكم تماسك النواة وإتزانها.

وحدات القياس للجرعات الإشعاعية:

يجب أن نفرق بين جرعة التعرض Exposed dose وجرعة الامتصاص Absorbed dose. هذا ويمكن تعريف جرعة التعرض بأنها الجرعة المقاسة في الهواء عند نقطة القياس. والوحدة المستخدمة هي Roentgen. ولقد عرف Roentgen دولياً بأنه كمية الإشعاع السيني أو الجامي التي امتصت في وحدة الحجم من الهواء الجاف تحت معدل الضغط ودرجة الحرارة لحدوث تأيناً يصاحبه شحنة على كل من نوعي الأيون تصل إلى وحدة الشحنة الإلكترونية. ومن ذلك يتضح أن هناك حدوداً لاماكن اعتبار الرونجن كوحدة للقياس وهذه هي:

١- هو أساس وحدة لقياس جرعة التعرض في الهواء إذ أن الظاهرة التي بنى عليها التعريف هو التأين في الهواء في حجم محدود منه تحت ظروف معينة من الضغط والحرارة.

٢- يصلح فقط لقياس جرعات التعرض من الإشعاعات الموجية أي أنه لا يصلح لقياس الجرعة إذا ما كان الإشعاع المؤين جسيمات ألفا أو بيتا ويمكن تطبيق نفس هذا العجز في حالة النيوترونات أو البروتونات ويعبر عن ذلك بأن الرونجن لا يصلح لقياس الإشعاعات الجسيمية (أي غير الموجية).

ولقد أدخلت وحدة أخرى لقياس جرعات الامتصاص فى الوسط فى عام ١٩٥٦ وهى وحدة الراد Rad، أى أنه يمكن اعتبار الوحدة الجديدة الراد بأنها وحدة مباشرة لقياس جرعة الامتصاص فى الوسط، ولذلك يمكن القول بأن جرعة التعرض بالرونجن فى الهواء تساوى جرعة الامتصاص بالراد فى الهواء، أى أنه فى حالة وسط معين "الهواء" يتساوى كل من الرونجن والراد، ولقد أمكن إيجاد علاقة عديدة فى حالة الأنسجة الرخوة وذلك لربط كل من الرونجن والراد بالأرج.

- * يعتبر الرونجن مكافئاً لبذل طاقة قدرها ٨,٨٧ أرجاً لكل جرام هواء.
- * يعتبر الراد مكافئاً لبذل طاقة قدرها ١٠٠ أرجاً لكل جرام أنسجة.
- * الأرج هو الشغل اللازم لتحريك ١ دايين لمسافة ١ سم.
- * الدايين هو القوة اللازمة لتحريك ١ جرام بعجلة قدرها ١ سم / ث^٢.

وبذلك يمكن حساب جرعة الامتصاص فى الأنسجة الرخوة من نظيرتها من جرعة التعرض فى الهواء، كما أن هناك جداول خاصة لمعامل التحويل من الرونجن إلى الراد فى الأوساط المختلفة. وليست هذه الوحدات الوحيدة المستخدمة فى تقدير الجرعات بل هناك وحدة ثالثة تعرف بالرم Rem وهى وحدة امتصاص فى الوسط من نوع معين من الإشعاع، معنى هذا أن التأثيرات البيولوجية للإشعاعات تعتمد على نوع الإشعاع كما تعتمد على طبيعة الوسط ومن أجل ذلك اقترح معامل جديد والذي أطلق عليه معامل الكفاءة البيولوجية أو معامل التأثير البيولوجى وبذلك أمكن ربط الراد بالرم بالعلاقة التالية:

$$\text{الرم} = \text{الراد} \times \text{معامل التأثير البيولوجى}$$

ولقد عرف معامل التأثير البيولوجى بأنه النسبة بين جرعتين لها نفس التأثير البيولوجى أحدهما من إشعاعات مبنية ذات طاقة لو جهد ٢٠٠ كيلو

فولت K.v والأخرى جرعة الإشعاع تحت الاختبار، وقد تصل قيمة معامل الكفاءة البيولوجية إلى ٢٠ مرة قدر نظيره للإشعاعات السينية أو الجامية وذلك فى حالات جسيمات ألفا أو النيوترونات البطيئة (تأثير أشعة ألفا للبيولوجية خطير جداً رغم نفاذيتها القليلة).

وحدات القياس للمواد المشعة:

١- كورى C-Curie:

ويعرف C-Curie بأنه الكمية من غاز Radon المترنة مع ١ جرام من مادة الراديوم Radium وقيمته $3,7 \times 10^{10}$ تحلل فى الثانية أو كمية المادة المشعة التى تعطى $3,7 \times 10^{10}$ تحلل فى الثانية. والملى كبرى mCi : هو كمية المادة المشعة التى تعطى $3,7 \times 10^6$ تحلل فى الثانية. والميكرو كبرى UCi : هو كمية المادة المشعة التى تعطى $3,7 \times 10^4$ تحلل فى الثانية.

٢- وحدة رانرفورد:

تعرف وحدة رانرفورد بأنها كمية المادة المشعة التى تعطى 10^6 (مليون) تحلل فى الثانية وعليه واحد كورى يساوى $3,7 \times 10^4$ رانرفورد.

٣- وحدة بكيريل:

وهى وحدة أخرى إستخدمت بعد عام ١٩٧٥ وتسمى وحدة بكيريل نسبة إلى العالم هنرى بكيريل وهى تساوى واحد تحلل فى الثانية.

٤- وحدة جراى:

تستخدم وحدة الجراى عند تطبيق المعاملة بالإشعاع لحفظ المواد الغذائية. هذا ويمكن تحديد العلاقة بين وحدة الجراى ووحدة الراد على النحو التالى:

جراى = ١٠٠ راد
 كيلو جراى = ١٠٠٠ جراى
 كيلو جراى = ١٠٠ كيلو راد
 كيلو راد = ١٠٠٠ راد
 ميجا راد = مليون راد
 ميجا راد = ١٠ كيلو جراى

أجهزة قياس الجرعات الإشعاعية:

١- الأفلام الوقائية Protection film:

من المعروف علمياً والمسلم به أن الأفلام الحساسة عندما تتعرض لأى نوع من الإشعاع يتأثر تركيبها الكيماوى بدرجة ما تعتمد على كمية الإشعاع ونوعه وطاقته. وعند تحميص هذه الأفلام وغسلها وتثبيتها وتحقيقها بالطرق المعتادة تكون درجة الاظلام فى الفيلم مقياس للجرعة التى امتصت فى الفيلم أو بصفة عامة قياس لجرعة التعرض، ولقد أمكن تحديد العوامل التى تجعل من هذه الأفلام ومن هذه الطريقة وسيلة دقيقة للتقنين الإشعاعى وكذلك معايرة أنواع الأفلام الخاصة بهذا الغرض بحيث يمكن الاستدلال على جرعة التعريض وذلك بعد أن يتم تحميص الفيلم وتثبيته وقراءته بعد الجفاف على الأجهزة الخاصة بقياس درجة الاظلام للأفلام المعرضة للإشعاع.

٢- الأقلام Pencil dose meter:

وهى عبارة عن غرفة تأين صغيرة. ينتج عن شحنة التأين عند امتصاص الإشعاع فى هوائها (غاز) وجد أن لها حركة مؤشر دقيق فوق مدرج معايير ليقرأ للفرد مباشرة جرعة التعرض على مقياس مدرج بالمللى

رونجن أو الملى راد. وهذه الأنواع متعددة تختلف باختلاف الغرض الذى تستخدم فيه.

٣-المساح الإشعاعى Survey meter:

يعتبر هذا النوع من الأجهزة وسيلة للحكم على معدل ومستوى جرعات التعرض على تدرج مختلفة المدى تتراوح بين الميكرورونجن والملى رونجن والرونجن، وهى مزودة بوسيلة كشف لإشعاعات ألفا وبيتا وجاما أى أن هناك أجهزة خاصة لقياس كل نوع من هذه الإشعاعات وبعضها يصلح لقياس نوعين منها وهو الأكثر شيوعاً.

٤- المنبه الإشعاعى Radiation alarm:

تمثل هذه الوسيلة للتنبيه عن طريق ارسال ضوء أحمر أو جرس ينق بشدة عند زيادة مستوى الإشعاع عند حد معين، ومن هذه المنبهات أنواع ثابتة وأخرى متحركة، وهى أساساً لمجرد التنبيه بأن مستوى الإشعاع فى مكان تواجد وسيلة للقياس المتصلة بالمنبه كوحدة أعلى مما يجب، ولذلك يتحتم على اخصائى الوقاية فى هذه الحالة التصرف بسرعة لاتخاذ كافة الإجراءات الوقائية التى تخفض جرعة التعرض إلى أقل من الحد المسموح للتعرض له.

طرق وأجهزة تعيين الإشعاعات الذرية:

لوضح بيسونى (١٩٩٠) أن من أهم خواص الإشعاعات الذرية مقدرتها على تأيّن الغازات التى تمر خلالها ولذلك فإنه من السهل تعينها بعددات تحتوى على الغازات التى تتأين بمرور الإشعاعات فيها وبذلك تتحول هذه الغازات إلى أيونات موجبة وأخرى سالبة، وبواسطة لوحين يحملان شحنتين كهربائيتين مختلفتين من طرفى بطارية كهربائية يمكن

التجاذب تلك الأيونات لها، فتسبب في تحركاتها تياراً كهربائياً يمكن قياسه. هذا ومن الممكن تكبير تيار التأين ومن الممكن تسلسل عملية التأين فيزداد تبعاً لذلك زيادة تصاعدية بدرجة تمكن من قياسه بالأجهزة المتداولة في المعامل الخاصة بدراسات الإشعاعات الذرية. وإليك عزيزى القارئ بعضاً من أجهزة القياس طبقاً لما أوضحه بسيونى (١٩٩٠).

١- غرفة التأين:

وهى عبارة عن غرفة أسطوانية فى مركزها سلكين بينهما عازل يتصلان ببطارية كهربائية. وعند مرور الإشعاعات الذرية خلال ما تحويه الاسطوانة من الغاز قلن هذه الإشعاعات تعمل على تأين الغاز وتُجذب الأيونات الموجبة نحو القطب السالب والأيونات السالبة (إلكترونات) نحو القطب الموجب منتجة تياراً كهربائياً يتوقف على شدة التأين وبالتالي على طاقة الأشعة المؤينة وعددها.

٢- العداد النسبى:

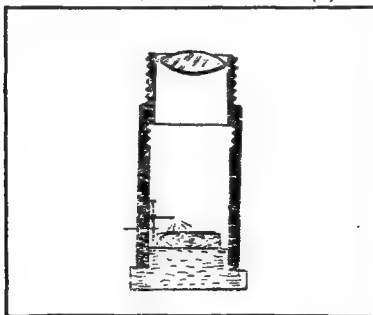
الفكرة الأساسية التى يعتمد عليها العداد النسبى أنه إذا انجذبت الأيونات السالبة (الإلكترونات) بشدة وعنف نحو القطب الموجب فأنها تقوم بتأيين جزيئات الغاز فى مسارها فيتسلسل التأين ويزداد تبعاً لذلك التيار بدرجة متوسطة وبه تتميز للطاقات المختلفة للإشعاعات المؤينة.

٣- عداد كومبض:

أوضح عيسى وآخرون (١٩٦٤) أن العالم كروكس Crookes لاحظ انبعاث وميض خاطف عند اصطدام أشعة ألفا بسطح مغطى بطبقة كبريتيد الخارصين. وينتج كل جسيم من جسيمات ألفا ومضة ضوء خاطفة لونها أصفر يميل إلى الاخضرار، وتستعمل هذه الطريقة لقياس عدد جسيمات ألفا

فى وجود الإشعاعات الأخرى لأن سطح كيريتيد الخارصين لا يتأثر بجسيمات بيتا أو أشعة جاما. ومن الظواهر سالفة الذكر نشأت الفكرة الأساسية التى تعتمد عليها عدادات الوميض، حيث أن هناك أنواع من السوائل والبلورات تحول الإشعاعات الذرية الساقطة عليها إلى ضوء يؤثر فى مهبط خلية ضوئية توضع عند نهاية المسائل أو البلورة فينتج تياراً كهربائياً يتوقف على طاقة الإشعاعات الذرية. وفى عدادات الوميض الكهروضوئية يتم للكشف عن الوميض باستخدام خلية كهروضوئية، تحوله إلى نبضة من تيار كهربائى يمكن تكبيرها ثم تسجيلها بمؤشر. كما ابتكرت أجهزة وميض للكشف عن جسيمات بيتا وأشعة جاما وتعتمد هذه الأجهزة على ظاهرة التفسفر fluorescence الناتج من المركبات العضوية مثل النفثالين ، الأنثراسين السنتيين وفى أيوديد الصوديوم المنشط بعنصر للثاليوم، وتستخدم خلية كهروضوئية تعد جسيمات بيتا أو أشعة جاما. والشكل رقم (٩) يوضح عداد الوميض الذى إستعمله كروكس.

شكل (٩): عداد الوميض الذى إستعمله كروكس.

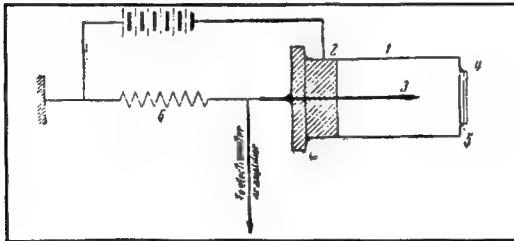


المصدر: (عمسى وآخرون ، ١٩٦٤).

٤- عداد جيجر:

يتكون عداد جيجر من اسطوانة معدنية أو زجاجية رسب عليها طبقة رقيقة من معدن الفضة أو الجرافيت. مثبت في منتصفها سلك رفيع من التنجستين بينهما عازل وتوصل الاسطوانة بالطرف السالب لمصدر كهربائي قوى، ويوصل السلك بالطرف الموجب لمصدر التيار الكهربائي. وعداد جيجر يشبه العداد النمبى فى التركيب غير أنه يحتوى على غاز الأرجون وبخار الكحول أو غيرها ذى ضغط منخفض مثل الهيليوم أو غاز النيون وهاليد عضوى. ويستعمل لعد جسيمات بيتا β وأشعة جاما. والتيار به لا يتوقف على طاقة الأشعة ولكن يتوقف على كمية الأشعة المؤينة وأقصى عدة يمكن عدّها ٥٠٠٠ عدة فى الثانية، وعموماً وعملياً للحصول على نتائج دقيقة يجب ألا تتعدى هذا الحد. هذا وقد أوضح بميونى (١٩٩٠) أن لعداد جيجر أشكالاً مختلفة. وتختلف الأشكال باختلاف الأغراض التى تستعمل فيها، فمنها ما هو سميك المهبط ومنها ما هو رقيق المهبط ومنها ما له شبك من مادة رقيقة جداً تسمح بمرور أشعة بيتا الضعيفة. والشكل رقم (١٠) يوضح التركيب العام لعداد جيجر.

شكل (١٠): التركيب العام لعداد جيجر.



المصدر: (عيسى وآخرون ، ١٩٦٤).

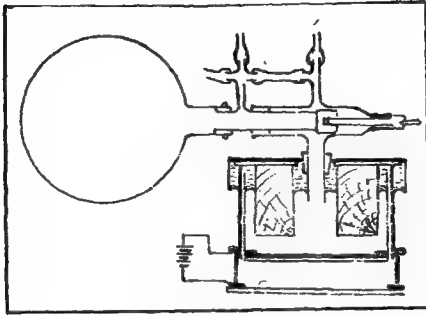
٥- غرفة السحاب لولسن: Wilson Cloud Chamber:

تتكون غرفة السحاب من وعاء مصنوع من الزجاج يحتوى على هواء نقي خالى من أى غبار. وهذا الوعاء له نافذة من الزجاج تمثل واجهة لتصوير المسارات ويتحرك بداخله مكبس ويوضع بغرفته قدر يسير من الماء وذلك لضمان تشبع الغاز ببخار الماء، كما يحتوى أيضاً على القليل من الكحول. وحين يتم سحب المكبس فجأة للخارج تنخفض درجة حرارة الهواء المشبع، ويصبح الهواء فى حالة فوق التشبع Supersaturated. وعندما تنفذ خلال الهواء المشبع جسيمات مشحونة سالبة أو موجبة فإنها تعمل كالأنوية التى تتكثف حولها قطرات الماء.

هذا وباستخدام مصدر إشعاع قوى نتمكن من رؤية مسار الجسيم الذى يبدو على هيئة خيط رفيع أو سميك. ويستعمل الكحول وذلك للحصول على مستوى عالى لعملية التكثيف خاصة للأيونات الموجبة. وبملاحظة انحناء الأثر السحابى فى المجال المغناطيسى يمكن إدراك شحنة للجسيم.

هذا وقد أدخلت عدة تعديلات على غرفة ولسن، فتم تزويدها بجهاز تصوير تلقائى لا يقوم بعملية التصوير إلا حين مرور أشعة من الجسيمات. كما أجرى تغليف الغرفة بألواح من الرصاص يمكن تغيير سمكها بحيث لا تسمح إلا لنوع واحد من الإشعاعات بالمرور خلالها. وتستخدم غرفة السحاب لتسجيل مسارات الجسيمات الذرية. وقد ثبت علمياً أن لجسيمات ألفا أعلى قيمة من التأين النوعى Specific ionization وبذلك تتميز بمسارات خطية سميكة ذات انحناء عند نهايتها، وتنتج الإلكترونات البطيئة مسارات رفيعة ملتوية وذلك لما تعانیه من تشتت داخل ذرات الغاز. والشكل رقم (١١) يوضح التركيب العام لغرفة السحاب لولسن.

شكل (١١): التركيب العام لغرفة السحاب لولسن.



المصدر: (عيسى وآخرون ، ١٩٦٤).

الطاقة الذرية:

نشأت الطاقة الذرية لأول مرة عند محاولة إدخال نيوترون جديد على نواة ذرة اليورانيوم ٢٣٥ حيث اضطربت النواة ولم يحدث إيجاد النظير الذي كان منتظراً الحصول عليه لهذا العنصر كما هو الحال بالنسبة للعناصر الأخرى. وإنما الذي حدث في هذه الحالة بالذات هو انفجار نواة ذرة اليورانيوم ٢٣٥ ونفقتها إلى مجموعات صغيرة كل منها كون عنصراً جديداً، ويتوقف كل عنصر من العناصر الجديدة الناتجة عن عملية التفكك هذه على عدد البروتونات الموجودة في كل مجموعة فإذا كانت المجموعة تحتوي على ٥٦ بروتوناً تكون عنصر الباريوم ، وإذا احتوت على ٣٦ بروتوناً تكون عنصر الكريبتون وهكذا بالنسبة للباقي.

وتتطلق عادة من انشطار نواة ذرة اليورانيوم ٢٣٥ طاقة كبيرة جداً
تقدر بعشرين مليون ضعف للطاقة المتولدة من إشعال جزئ من الديناميت
ونلك عند تفجير ذرة يورانيوم واحدة.

ومن المرد السابق نرى أنه يمكن استنباط نظائر جديدة قابلة بدورها
للاتقسام وهذا ما يحدث بالفعل فى الأفران الذرية التى تنتشر استعمالها فى
كثير من دول العالم وأصبحت تستعمل فى إنتاج الطاقة الذرية والتى تستخدم
فى النواحي السلمية.

زمن الانتصاف أو نصف العمر للعناصر المشعة:

أثبتت نتائج الدراسات والبحوث الحديثة أن العنصر المشع يبدأ فى
إصدار إشعاعاته حتى يتحول إلى عنصر آخر جديد. وقد يكون هذا التحول
النووى من عنصر إلى آخر بسيطاً وقد يكون معقداً يمر فى عدة مراحل
مختلفة حتى يتحول العنصر ذو النشاط الإشعاعى إلى عنصر مستقر فمن
ذلك مثلاً أن الكوبالت ٦٠ يتحول إلى النيكل وأن الرادىوم يتحول إلى
الرصاص وأن الفوسفور ٣٢ يتحول إلى الكبريت.

وتتطلق الإشعاعات المعروفة والتى سبق ذكرها فى بداية هذا الباب
ألا وهى أشعة ألفا وبيتا وجاما من نوى ذرات العناصر تبعاً لمعدلات ثابتة.
هذا ويمكن حسابها كمياً. ولأن نعرف مقدار ما يتناقص منها تدريجياً أى يمكن
بالضبط تحديد المدة التى ينتهى عندها الإشعاع. ويعرف الزمن الذى تصل
كمية المادة المشعة بعده إلى النصف بنصف العمر أو زمن الانتصاف.
والجدول رقم (٣) يوضح نصف عمر بعض النظائر المشعة ونوعية
الإشعاعات التى تصدر من كل منها.

جدول (٣): نصف عمر بعض النظائر المشعة ونوعية الإشعاعات التي تصدر من كل منها.

النظير المشع	نصف عمره	إشعاعته
كربون ١٤	٥٧٠٠ سنة	بيتا سالبة
صوديوم ٢٢	٢,٦ سنوات	بيتا موجبة ، جاما
فوسفور ٣٢	١٤,٣ يوما	بيتا سالبة
كبريت ٣٥	٨٧ يوما	بيتا سالبة
كالمسيوم ٤٥	١٦٣ يوما	بيتا سالبة
حديد ٥٥	٣ سنوات	أشعة إكس
حديد ٥٩	٤٥,٣ يوما	بيتا سالبة + جاما
كوبالت ٦٠	٥,٣ سنوات	بيتا سالبة + جاما
أستراتشيوم ٩٠	٢٨ سنة	بيتا سالبة
فضة ١١٠	٢٧٠ يوما	بيتا سالبة + جاما
يود ١٣١	٨ أيام	بيتا سالبة + جاما
سيزيوم ١٣٧	٣٣ سنة	بيتا سالبة + جاما
ذهب ١٩٨	٢,٧ يوما	بيتا سالبة + جاما

المصدر: (هزاع، ١٩٦٠).

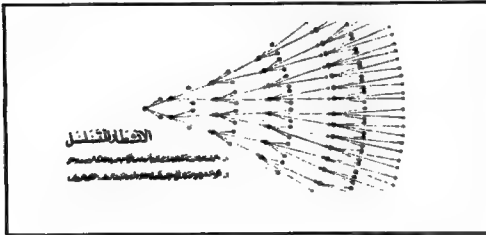
اللقبلة الذرية:

سبق أن ذكرنا أن القبلة الذرية تعتبر قبلة إنشطارية. حيث يتم الانشطار في نواة عنصر ثقيل كاليورانيوم (٢٣٥) أو البلوتونيوم (٢٣٩) وذلك بإدخال نيوترون فيها فيشطرها لنواتين مشعيتين ويخرج من ٢ - ٣ نيوترون يهاجم نواة ذرة أخرى من العنصر الثقيل فيشطرها لنواتين مشعيتين. وينتج عن كل إنشطار نووي حرارة هائلة. ويظل تسلسل الانشطار في نووي

بقية ذرات العنصر الثقيل وفى كل مرة ينتج طاقة هائلة يطلق عليها الطاقة الانشطارية وهذا النوع من الانشطار يسمى الانشطار النووى المتسلسل. والشكل رقم (١٢) يوضح طبيعة الانشطار النووى المتسلسل.

وقد أوضح عوف (١٩٩٥) أن الوقود النووى فى القنبلة الذرية عبارة عن عنصر البلوتونيوم (٢٣٩) بتركيز ٩٣% بينما فى المفاعلات الذرية يكون بتركيز ٦٠% لهذا فوقود المفاعلات الذرية أقل ضرراً من وقود القنابل الذرية. هذا ويمكن تركيز البلوتونيوم (٢٣٩) فى مصانع سرية لتحويله لوقود للقنابل الذرية. وهذه العملية يطلق عليها عملية الاخصاب. ويستخدم اليورانيوم (٢٣٥) كوقود نووى لكن نسبته ٠,٧% فى اليورانيوم الطبيعى الذى يخصب لتصل فيه نسبة لليورانيوم (٢٣٥) من ٤٠% إلى ٩٥%.

شكل (١٢): طبيعة الانشطار النووى المتسلسل.



المصدر: (هزاع ، ١٩٦٠).

الاندماج النووى:

أوضح عوف (١٩٩٥) أن الاندماج عكس الانشطار، لأن الانشطار يعتمد على انشطار نواة الذرة الثقيلة بنيوترون مسرع. بينما الاندماج يعتمد على دمج نواة خفيفة فى نواة أثقل مولداً طاقة ونيوترونات. ويتم ذلك بإعطاء

النواة المندمجة طاقة عالية للتغلب على القوة الكهربائية الهائلة في النواة المهاجمة.

القنبلة الهيدروجينية:

أوضح عوف (١٩٩٥) أيضا أن القنبلة الهيدروجينية هي قنبلة اندماجية حيث يتم عند تفجيرها دمج نوى نظائر الهيدروجين ديتريوم وتريتيوم مع بعضها لتوليد الهيليوم، ويتم هذا الاندماج برفع درجة حرارة النوى لأكثر من ١٠٠ مليون درجة مئوية ويتم الحصول على هذه الدرجة بواسطة تفجير قنبلة ذرية حولها (انشطارية) لتعطي للمادة الاندماجية (نظير الهيدروجين) طاقة من أشعة X ذات السرعة الفائقة والتي تقترب من سرعة الضوء. فعندما تفجر القنبلة الذرية الانشطارية ينبعث منها حرارة فائقة تولد الاندماج النووي.

لما في القنبلة الهيدروجينية فينبعث منها قوة تدميرية هائلة ونيوترونات مسرعة تدهام نوى البلوتونيوم الباقية في القنبلة الذرية. لهذا نجد أن القوة التدميرية مذهلة وتصل لما يعادل ١٠٠ إلى ٢٠٠ طن من مادة (TNT). لهذا يطلق على تفجير القنبلة الهيدروجينية التفاعل الاندماجي. هذا ولم يتوقف التطور عند هذا الحد بل تم إنتاج أسلحة متطورة أكثر خطورة وضرارة على بنى البشر. حيث أن هناك أسلحة إندماجية متطورة تقوم بعملية الاندماج الحرارى على مراحل. فتوضع اسطوانة من مادة الليثيوم ديتريوميد في قلب القنبلة الهيدروجينية وحولها قنبلة ذرية انشطارية، عندما تنفجر تنطلق منها نيوترونات فائقة السرعة تقوم بضرب نواة ذرة الليثيوم ديتريوم لتولد بذلك طاقة هائلة. ونوى تريتيوم تقوم بعملية الاندماج النووي مع عنصر الديتريوم

فى مادة الليثيوم فتتولد طاقة تكثيرية هائلة، والمعروف أن الديتيريم غاز فى درجة الحرارة العادية لهذا يحول لمركب الليثيوم ديتريميد ليصبح مادة صلبة.

ولم يتوقف العلماء عند هذا فقد أخذوا يبحثون عن طريقة أخرى لمضاعفة قوة الانفجار التكميرى فصنعوا القنبلة الانشطارية - الاندماجية- الانشطارية. فوضعوا المادة الاندماجية (نظير الهيدروجين) وحولها معدن اليورانيوم وغلفوها بقنبلة إنشطارية من البلوتونيوم. فعند تفجير القنبلة الذرية الخارجية تتولد طاقة حرارية عالية تحدث اندماجاً نووياً داخل الغلاف اليورانيومى. فتتبعث نتيجة هذا الاندماج نيوترونات مسرعة تهاجم نوى اليورانيوم فتحدث إنشطاراتاً نووياً متسلسلاً.

أما عن الجانب السلمى لإستخدام هذه الطاقات فيتم الاندماج الحرارى فى المفاعلات النووية لتوليد الطاقة. لأن دمج ذرتين من الهيدروجين يتولد عنه غاز الهيليوم وطاقة حرارية عالية. ولا يفوتنا فى هذا المقام أن ننكر القارئ بعظمة الخالق سبحانه وتعالى حيث أن الاندماج للنوى الحرارى يتم فى نجوم وشموس الكون لتتبع حرارتها ويتم ذلك فى نوى الذرات الخفيفة كالهيدروجين أو الهيليوم وهذا يقودنا إلى إعطاء فكرة مبسطة عن الأشعة الكونية.

الأشعة الكونية:

سبق أن ذكرنا أن أشعة أو جسيمات ألفا هى عبارة عن نواة ذرة هيليوم وشحنتها موجبة تمتصها المواد بسرعة فهى قليلة النفاذ ويمكنها عمل تأين للذرات التى تمر عليها، ويمكن أن نتتبع مسيرها فى غرفة السحاب. وكتلتها ٤ وحدات منها ٢ بروتون و٢ نيوترون وهى مكونات نواة ذرة

الهيليوم وتتأثر بالمجال المغناطيسى والكهربائى، تسير بسرعة كبيرة تقترب من ٠,١ من سرعة الضوء.

كما ذكرنا أن جسيمات بيتا β أكبر من دقائق أشعة ألفا فى مقدرتها على النفاذ مائة مرة وهى عبارة عن إلكترونات سالبة سرعتها أكبر من ألفا وهى تأين الذرات التى تمر عليها. قدرتها على النفاذ عالية وسرعتها تقترب من سرعة الضوء.

وأيضاً سبق أن أوضحنا أن أشعة جاما لها قدرة على النفاذ ١٦ ألف مرة بالنسبة لأشعة ألفا. ولذا فهى تنفذ خلال المواد بسرعة وبسهولة فلها قدرة عالية على ذلك وهى ليست كتل أو دقائق أو أجزاء لها وزن. ولكنها فى الحقيقة عبارة عن موجات أقصر من موجات أشعة أكس وهى لا تنحرف بالمجال المغناطيسى أو الكهربائى. ولها قدرة على تأين الغازات أو الذرات التى تمر عليها وبواسطتها يمكن أن نأخذ صورة للأجسام التى تعترض مسار هذه الأشعة بواسطة لوح فوتوغرافى. وتعمل هذه الأشعة بريقاً ووهجاً إذا سقطت على مواد معينة. ولا نستطيع اختراق ٣٠ سم من الحديد ولا نستطيع اختراق ٢٠ سم من الرصاص بالرغم من طول موجتها القصيرة، وسرعتها كبيرة جداً تبلغ سرعة الضوء. وهى أشعة لا تحمل شحنة فهى موجات كهرومغناطيسية.

أما الأشعة الكونية فهى نوع آخر من الأشعة عبارة عن جسيمات ذات طاقة عالية منبعثة من الفضاء الخارجى. هذه الجسيمات تختلف فى شحنتها فمنها الموجب والسالب. ومنها عديم الشحنة وهى تشمل أيضاً للبروتونات والإلكترونات والنيوترونات التى يتراوح وزنها بين ٠,١ وضعف وزن البروتون. وقد تصل طاقة هذه الجسيمات إلى بليون فولت إلكترون، إلا

أنها تفقد أغلب هذه الطاقة أثناء حركتها من الفضاء الخارجى إلى أن تصل إلى سطح الكرة الأرضية.

ونظراً لأن أغلب هذه الجسيمات ذات شحنة كهربائية موجبة أو سالبة لذلك فإنها تتأثر بالمجال المغناطيسى للأرض وتتحرف وفقاً له، لذلك فإن شدة الأشعة الكونية أكبر ما تكون عند القطبين وأصغر ما تكون عند خط الاستواء، وأيضاً تختلف شدة الأشعة الكونية بالارتفاع عن سطح البحر إذ أنها تصل إلى ضعف شدتها إذا ارتفعنا عن سطح البحر بمسافة قدرها ٥٠٠٠ قدم ويزداد معدل الجرعة الإشعاعية من ٣٠ مللى ٠٠ فى السنة إلى ٦٠ مللى راد فى السنة.

الباب الثانى

الإشعاعات الذرية وتقدم العلوم الزراعية

- مجالات علم كيمياء الأراضى
- العوامل المؤثرة على شدة الخواص فى صورة الأشعة
- النشاط الإشعاعى فى الأراضى الزراعية
- المصادر الطبيعية للنشاط الإشعاعى فى الأراضى
- المصادر الصناعية للنشاط الإشعاعى فى الأراضى
- تلوث التربة بالقنابل الذرية والهيدروجينية
- مجالات علم تغذية النبات
- التطبيقات المعالية للنظائر المشعة فى تغذية النبات
- تتبع ميكانيكية امتصاص العناصر المغذية
- تتبع تثبيت النيتروجين الجوى لبعض النباتات
- أثر الفوسفور فى مقاومة النبات للصقيع
- العلاقة بين التركيب الكيميائى للنبات والمحلول الأراضى
- تأثير محسنات للتربة ومثبطات للنترته على النيتروجين
- الإشعاعات الذرية وفيزياء الطور السائل فى الأراضى
- الإشعاعات الذرية واستصلاح الأراضى الملحية
- الإشعاعات الذرية وعلمية التمثيل الضوئى
- الإشعاعات الذرية والعصليات الفسيولوجية فى الحيوان

الباب الثانى

الإشعاعات الذرية وتقدم العلوم الزراعية

أثبتت نتائج العديد من الدراسات والبحوث الحديثة أن الإشعاعات الذرية والسابق الإشارة إليها فى الباب السابق من هذا لإصدار لها دور فعال فى تقدم العديد من العلوم الزراعية. وفى الصفحات التالية من هذا الباب توضيح عن أهمية هذه الإشعاعات فى تقدم أهم علوم الأرضى والمياه وكذلك فسيولوجيا النبات والحيوان على النحو التالى:

أولاً: مجالات علم كيمياء الأرضى:

سُطر فى العديد من المراجع العلمية التى تهتم بدراسات وموضوعات كيمياء الأرضى أن العالم (Hadding 1923) والعالم Rinne (1924) كانا أول من إستخدم أشعة X أكس فى دراسات معادن الطين. إلا أن كل من العالم (Hendricks and Fary 1930) وكذلك العالم Kelly *et al.* (1931) يعتبروا أول من أكد على أن طين الأرضى يحتوى على مواد متبلورة تعطى خطوطاً مميزة فى صور التشتت بأشعة X. وفى الوقت الحاضر وبعد مرور أكثر من سبعين عاماً على إستخدام أشعة X فى دراسات معادن طين الأرضى، يمكن القول بأن إستخدام هذه الأشعة فى التحليل كان له أثر كبير فى التعرف على معادن الطين المختلفة خاصة إذا ما قورنت هذه الطريقة بأى طريقة أخرى من طرق التحليل المتبعة وذلك فى تحديد صفات وبناء وتولجد معادن الطين فى الأرضى الزراعية.

وقد أصبح إستخدام أشعة X فى العديد من المعامل والمختبرات من أهم الخطوات اللازمة للتحديد الكامل والدقيق ليس فقط لصفات الأراضى وتكوينها بل للتعرف على التركيب الكيماوى والبلورى للعديد من المركبات الكيماوية التى تستخدم فى شتى مناحى الحياة.

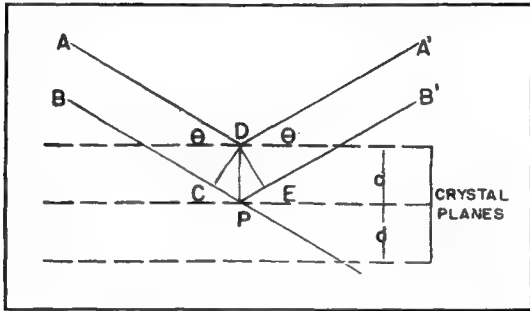
وقد أوضح حسن وآخرون (١٩٧٢) أن إستخدام أشعة X فى التحليل المعدنى يعتمد أساساً على ظاهرة فيزيائية هامة وهى تشتت هذه الأشعة بواسطة للذرات التى تتكون منها بلورة المعدن، ثم يتم تقوية هذه الأشعة والتى حدث لها تشتت فى اتجاه معين بعيداً عن البلورة. هذا وتتوقف عملية التقوية التى تحدث للأشعة المنتشرة كمياً على المسافة التى تفصل المستويات الذرية عن بعضها كما وضعها براج فى قانونه الشهير Bragg's Law:

$$n \lambda = 2d \sin \theta$$

حيث أن λ تساوى طول موجة أشعة إكس الساقطة على البلورة ، d تمثل المسافة بين المستويات البلورية Spacing ، θ تمثل زاوية سقوط أشعة إكس لما n فهو عدد صحيح ١ أو ٢ أو ٣.... الخ ويمثل درجة التشتت Order of diffraction وهذا العدد يعبر عن عدد الموجات التى تشكل الفرق بين شعاع وآخر فى حالة تقوية أو ما يطلق عليه in phase والفرق يسمى phase difference. ولكى نتقهم قانون براج Bragg's Law دعنا نفترض أن حزمة من الأشعة السينية (أشعة X) أحادية الموجة monochromatic طول موجتها λ سقطت على بلورة ما بزاوية مقدارها θ . فإن بعض هذه الأشعة سوف يتخلل البلورة والبعض الآخر سوف يحدث له تشتت جزئى وذلك بواسطة مستويات البلورة المتتالية والشكل رقم (١٣) يوضح تشتت الأشعة السينية من مستويات بلورية طبقاً لقانون براج.

فإذا افترض أن (d) تمثل البعد أو المسافة بين المستويات المختلفة في البلورة وأن (θ) تمثل الزاوية الحرجة التي عندها تكون الأشعة المنشئة من مستويات بلورة متتابة في حالي تقوية لبعضها in phase أى تكون جميعها في جبهة واحدة عندما تنفذ من البلورة فإنه يمكننا الآن استنتاج قانون براج.

شكل (١٣): تشتت الأشعة السينية من مستويات بلورية طبقاً لقانون براج.



المصدر: (حسن وآخرون، ١٩٧٢).

إذا أخذنا شعاع يسلك BPB' على سبيل التوضيح فإنه يكون قد سار مسافة أطول من الشعاع الذى سلك المسار ADA' بحيث أن هذا الفرق في المسار لابد أن يساوى عدداً صحيحاً من الموجات أى ($n\lambda$) حتى يمكن أن يكون الشعاعان في حالة تقوية أى في نفس الطور in phase.

ومن الشكل رقم (١٣) يمكن لنا أن نستنتج قانون براج كالآتي:

الفرق في المسار = PC + PE

$$d \sin \theta + d \sin \theta = n \lambda$$

$$\text{إذن } 2 d \sin \theta = n \lambda$$

وعلى هذا فإن المسافة بين المستويات البلورية Spacing (d) تساوى:

$$d = n \lambda / 2 \sin \theta$$

وعندما تكون n تساوى ١ أى عندما يكون التشتت من الدرجة الأولى First order فإن:

$$d = \lambda / 2 \sin \theta$$

وحيث أن طول الموجة λ للأشعة السينية تكون معلومة (بالنسبة للنحاس = ١,٥٤٠٥ أنجسترم) والزاوية θ التى يحدث ويتم عندها التشتت الأعظم للأشعة السينية يمكن قياسها فإنه يمكن من المعادلة ($d = \lambda / 2 \sin \theta$) حساب قيمة (d) والتى تمثل المسافة بين المستويات البلورية المتتالية فى اتجاه معين داخل البناء البلورى.

وقد أوضح حسن وآخرون (١٩٧٢) أيضاً أنه يمكن أن يحدث التشتت عند زوايا أخرى مختلفة عند قيم مختلفة من (n). وقد أكدوا على أنه فى جميع الحالات فإن قيمة (d) المحسوبة من معادلة براج تكون واحدة حيث أنها تتوقف على البناء الذرى ولا تتوقف على زاوية التشتت أو درجة التشتت.

ويحدث التشتت عندما تنطبق معادلة براج على الأشعة الساقطة. وعندما تكون طول موجة أشعة X لنفس الجهاز ثابتة ويكون الهدف ثابتاً ومعروف فإن تشتت الأشعة هنا يتوقف على الزاوية الحرجة للسقوط θ التى يحدث عندها أعلى تقوية للأشعة السينية المنتشرة، وبالتالي يمكن تتبع حدوث هذا التشتت وذلك بقياس الأشعة المنتشرة وذلك باستخدام الأقلام الحساسة أو باستخدام عداد جيجر والتى سبق توضيحها فى الباب الأول من هذا الإصدار.

ويمكن بتغيير قيمة الزاوية الحرجة للسقوط (θ) فى المعادلة وذلك عن طريق تغيير وضع البلورة بالنسبة للأشعة الساقطة أو يمكن بتغيير وضع الأشعة الساقطة بالنسبة للبلورة الوصول إلى مستويات متعددة فى البلورة يحدث كل منها عند الزاوية الملائمة لها وهذا بدوره يؤدي إلى أنه يمكن حساب قيمة (d) والتي تمثل المسافة بين المستويات المختلفة للبلورة فى اتجاهات متعددة داخل البلورة الواحدة.

وعموماً فإن التحليل بالأشعة السينية (X) يمكن أن يتم على بلورة واحدة وفى هذه الحالة يسمى Single Crystal وهذا بدوره يؤدي إلى الحصول على صور لـ Laue Pattern . أو يمكن أن يتم التحليل فى مسحوق من البلورات التى تتميز بصغر حجمها وهذا بدوره يؤدي إلى الحصول على صور المسحوق Powder Pattern. هذا ويمكن الاستفادة من استخدام أشعة أكس فى تحليل الطين لتحقيق العديد من الأغراض المختلفة يمكن إيجازها فى الآتى:

١- التعرف على العديد من المعادن التى تحتويها عينات الأراضى الزراعية وذلك تبعاً للخطوط المميزة للمعادن المختلفة وأيضاً قياس شدتها. والنتائج المدونة بالجدول رقم (٤) توضح الأبعاد البلورية المميزة لمعادن الطين بأشعة X وعلاقتها بطريقة معاملة وتحضير العينة.

٢- يمكن تمييز معادن المونتموريللونيت والغيرميكلوليت وذلك بالنسبة للمسة التبادلية. فقد ثبت من خلال نتائج الدراسات والبحوث التى أجريت أن معدن المونتموريللونيت ذا الشحنة المنخفضة (١٠٠ مللى مكافئ / ١٠٠ جرام) له بعداً بلورياً ممتدداً ويبلغ هذا البعد ١٨ أنجسترام وذلك فى وجود الصوديوم، وقد ثبت أن هذا البعد لا يتغير عند معاملة معدن

المونتموريللونيت منخفض الشحنة بالبوتاسيوم. أما معدن المونتموريللونيت عالى الشحنة (١٣٠ مللى مكافئ / ١٠٠ جرام) له بعداً ممتداً فى وجود الصوديوم ولكن ثبت أن هذا البعد يقل قيمته وتصل إلى ١٤ أنجسترام وذلك بعد المعاملة بالبوتاسيوم أى يحدث للمعدن تضاعط. وكذلك يعطى معدن الفيرميكيوليت بعداً قدره ١٤ أنجسترام وذلك فى حالة وجود الصوديوم وينخفض هذا البعد إلى ١٠ - ١٣ أنجسترام وذلك بعد معاملة معدن الفيرميكيوليت بالبوتاسيوم. ويوضح الجدول رقم (٥) الأبعاد المميزة للمعادن الأخرى التى تتواجد مع معادن الطين ولا تتغير أبعادها بنوع أيون التشبع.

٣- يمكن عن طريق تتبع التغير فى البعد البلورى (001) d لكل من معدنى المونتموريللونيت والفيرميكيوليت تقدير مساحة السطح لهذه المعادن وذلك من خلال إدمصاص الجليكول أو الجليسرين على هذه المعادن.

٤- يمكن تقدير الكمية النسبية لكل نوع من المعادن المختلطة عشوائياً أو بانتظام وذلك بقياس البعد البلورى (001) d لمعادن ١:٢ داخل الخليط.

٥- التقدير الكمى لمحتوى عينات الطين من معادن الكريستابوليت والكوارتز والفلمبارات والجبسيات وذلك حال وجودهم بنسبة أقل من ١٥%.

جدول (٤): الأبعاد البلورية المميزة لمعدن الطين بأشعة X وعلاقتها بطريقة
معاملة وتحضير العينة.

المعدن أو المعدن المحتملة	بعد التشنت Diffraction Spacing Å
العينة مشبعة بالصوديوم أو المقيسيوم ومجففة هوائياً	
كلوريت ، فيرميكوليت ومونتموريللونيت	١٤ - ١٥
ميكا ، أيليت و هالوسيت	٩,٦٠ - ١٠,١٠
الميتاهالوسيت	٧,٢٠ - ٧,٥٠
كلونينيت ، كلوريت (2 nd order).	٧,١٥
مونتموريللونيت	٧١,٧٠ - ١٨,٠٠
فيرميكوليت - كلوريت	١٤ - ١٥
هالوسيت	٨٠,١٠
ميكا ، أيليت	٩,٩٠ - ١٠,١٠
الميتاهالوسيت	٧,٢٠ - ٧,٥٠
كلونينيت ، كلوريت (2 nd order).	٧,١٥
العينة مشبعة بالبوتاسيوم ومجففة هوائياً	
كلوريت ومونتموريللونيت	١٤ - ١٥
مونتموريللونيت (عينات مختلطة التركيب)	١٢,٤٠ - ١٢,٨٠
ميكا، فيرميكوليت (متضاعف) ، هالوسيت	٩,٩٠ - ١٠,١٠
كلونينيت ، كلوريت (2 nd order).	٧,٢٠ - ٧,٥٠
لعينات المشبعة بالبوتاسيوم والمسخنة إلى درجة ٥٠٠ °م	
كلوريت	١٤
الميكا فيرميكوليت ومونتموريللونيت (متضاعفين)	٩,٩٠ - ١٠,١٠
كلوريت (2 nd order).	٧,١٥

المصدر: (حسن وآخرون ، ١٩٧٢).

جدول (٥): الأبعاد المميزة للمعدن الأخرى التي تتواجد مع معادن الطين ولا تتغير أبعادها بنوع أيون التشبع.

المعدن	الأبعاد المميزة بالأنجسترام
الأتابولجيت	٥,٤٠ ، ٦,٤٠ ، ١٠,٤٠
السيبوليت	١٢,٠٨
الكوارتز	٤,٢٧ ، ٣,٣٥
أنالسيت	٢,٩٢ ، ٣,٤٢ ، ٥,٥٩
لوسيت	٢,٨٢ ، ٣,٢٥ ، ٢,٩١ ، ٥,٤٤ ، ٣,٤٠
الجبسيت	٤,٣٦ ، ٤,٨٦٢
الفلسبارات	٤,٠٢ ، ٣,٦٧
الهيماتيت	٢,١٩٨ ، ٣,٦٧ ، ٢,٦٨٩ ، ٢,٥٠٨

المصدر: (حسن وآخرون، ١٩٧٢).

العوامل المؤثرة على شدة الخطوط intensity في صورة الأشعة:

١- حجم الحبيبات:

وجد أنه عند استعمال المعدن على هيئة Powder يجب مراعاة أن تكون الحبيبات ذات حجم مناسب للتشتت. فقد ثبت تجريبياً أن الحبيبات الكبيرة الحجم والتي تكون أقطارها أكبر من ١٠ ميكرون تؤدي إلى تكوين خطوط متقطعة غير مستمرة. أما الحبيبات الصغيرة جداً والتي تكون أقطارها أصغر من ٠,٠٢ ميكرون فإنها كثيراً ما تقترب في هيئتها من الحبيبات الأمورفية (غير المتبلورة) وهذا بدوره يؤدي إلى الحصول على خطوط باهتة غير واضحة وعريضة منتشرة. وقد وجد تجريبياً أن الحجم المناسب من الحبيبات والتي تتراوح أقطارها من ٠,٠٥ - ١ ميكرون تعطي

خطوط رفيعة حادة يمكن قياسها بدقة عالية وبالتالي يمكن التعرف على المعدن بسهولة.

٢- تواجد المواد الأمورفية:

ثبت علمياً أن وجود المواد الأمورفية مثل الأكاسيد الحرة والكربونات يؤدي إلى إضعاف شدة الخطوط ويرجع ذلك لانخفاض تركيز المعادن المتبلورة ولأنها تزيد من قوى التناثر وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة الخلفية Background ومن هنا تظهر على هيئة هالة سوداء في مركز الصورة أو تظهر على هيئة ارتفاع شديد في مستوى Background وخاصة في حالة diffractometer مع انخفاض مساحة القمم Peaks.

٣- درجة التوجيه للبلورات المعدنية:

ويقصد بدرجة التوجيه Orientation هو وضع البلورات بالنسبة لمستوياتها. فعلى سبيل المثال تترتب معادن الميكا أحياناً بحيث تكون مستوياتها (001) متوازية وأفقية وهذا بدوره يؤدي إلى ارتفاع شدة هذه الخطوط وضعف أو انعدام الخطوط الناتجة من المستويات البلورية الأخرى.

٤- التركيب الكيميائي للمعادن:

ثبت تجريبياً أن وجود بعض ذرات العناصر الثقيلة في بناء الهيكل البلوري لبعض المعادن يؤدي إلى حدوث تناثر للأشعة بطريقة مختلفة عن بقية الذرات.

ومن السياق السابق يمكن تحديد التركيب المعدني للأراضي الرسوبية الطينية في الدلتا ووادي النيل حيث أوضحت نتائج الدراسات والبحوث الحديثة أن التركيب المعدني للأراضي الزراعية الواقعة في هذه المناطق يماثل إلى حد كبير التركيب المعدني للمواد المعلقة في مياه النيل وهذا يدل

على أن معادن هذه الأراضي كانت موروثه عن المواد المعلقة بمياه النهر، كما أن هذه المعادن تماثل إلى حد كبير التركيب المعدني للصخور التي تتكون منها الهضبة التي تتواجد في غرب إثيوبيا وكذلك المواد المعلقة في النيل الأزرق على وجه التحديد. وإليك عزيزي القارئ الملامح الأساسية للتركيب المعدني للأراضي الزراعية في كل من الدلتا ووادي النيل.

١ - التركيب المعدني للرمل:

حيث تجرى الدراسات المعدنية على حبيبات الرمل التي تتراوح أقطارها من ٥٠ - ٥٠٠ ميكرون وذلك بعد فصلها إلى مكونين وذلك على أساس الاختلاف في كثافة حبيبات الرمل وذلك بإستخدام سائل البرومفورم كوسط للفصل. وتشمل هذه الحبيبات المعادن التالية:

مجموعة المعادن الخفيفة:

لوضحت نتائج العديد من الدراسات والبحوث الحديثة أن الجزء الخفيف من المكون الرملي لهذه الأراضي يحتوى على نسب تتراوح من ٧٠ - ٨٠% من معدن الكوارتز، ١٠ - ١٧% من معادن الفلوسبارات البوتاسية، ٣ - ٦% من معدن الألبيت، ٢ - ٤% من معدن الأوليجو كلاز، ١ - ٢% من معدن المسكوفيت هذا بالإضافة إلى وجود آثار من معدن الأندزين.

مجموعة المعادن الثقيلة:

لوضحت نتائج العديد من الدراسات والبحوث الحديثة أيضاً أن الجزء الثقيل من المكون الرملي لهذه الأراضي يحتوى على معادن الأوجيست والهورنبلند ومعدن الأبيدوت وتمثل هذه المعادن نسبة تتراوح من ٧٥ - ٩٥% من المعادن الثقيلة في هذا الرمل.

٢- التركيب المعنى للغرين:

يعرف الغرين بأنه حبيبات التربة التي تتراوح أقطارها من ٥٠ - ٢ ميكرون وفى هذه الحبيبات يبدأ ظهور معادن الطين بالإضافة إلى المعادن الأولية. وقد أوضحت نتائج العديد من الدراسات والبحوث أن حبيبات الغرين تتكون من معادن المونتموريللونيت بنسبة ٥٠% كما تحتوى على كميات أقل من معادن الفيرميكيوليت والكاولينيت والميكا بالإضافة إلى حوالى ٢٠% من معدن الكوارتز، ١٥% فلبارات، ٥% كالسيت، ٢-٤% معادن الزيوليت كما يحتوى الغرين على بعض للمواد غير المتبلورة.

٣- التركيب المعنى للطين:

يعرف الطين بأنه حبيبات التربة التي تقل أقطارها عن ٢ ميكرون. وقد أوضحت نتائج الدراسات المصرية والتي إستخدم فيها أشعة إكس والتحليل الحرارى التفاضلى والتكاملى والتحليل الكيماوى الكلى والإذابة التفاضلية وقياس السعة التبادلية الكاتيونية والسطح النوعى على عينات جمعت من أراضي مختلفة فى الدلتا ووادى النيل أن متوسط التركيب المعنى للطين بهذه الأراضي يتمثل فى النسب التالية: ٥٠ - ٦٠% مونتموريللونيت، ١٥ - ٢٠% كاولينيت، ٥ - ١٠% ميكا و ٣ - ٥% فلبسبار، ٣ - ٥% كوارتز، ٥ - ١٥% أكاسيد حرة والمتمثلة فى السليكا والألومينا والحديد.

وعن دراسة أصل وتكوين معادن الطين فى بعض الأراضي الجيرية المصرية وذلك بإستخدام الأشعة السينية (أشعة X) فى تحليل هذه المعادن. قام Labib et al. (1982) بعمل ستة قطاعات ممثلة للأراضي الجيرية فى مصر وذلك فى أراضي الساحل الشمالى الغربى وهضبة توشكا وواحة

مسيوة. وبعد أن تم فصل الطين تم فحصه وتحليله بواسطة الأشعة السينية وحسبت نسب كل معدن بطريقة نصف الكمية من المنحنيات المتحصل عليها. وقد أوضحت النتائج الآتى:

١- أن مكون الطين الناعم والخشن لعينات القطاعات الأرضية الستة يحتوى على معادن الباليجورسكيت بنسب تراوحت من ٩ - ٢٧% والمونتموريللونيت بنسب تراوحت من ٢ - ٥٥% والإليت بنسب تراوحت من ٥ - ٢٧% والكاؤولينيت بنسب تراوحت من ٢ - ٢٣%.

٢- وجدت كميات قليلة من معدن الكلوريت (صفر - ١٣%) ومعدن الكوارتز (١ - ٩%) ولسيبوليت (صفر - ٦%) والفلسبارات (١ - ٥%) ومعادن Interstratified (صفر - ١٢%).

٣- يعزى وجود كل من معدنى الباليجورسكيت والمونتموريللونيت إلى تكوينها أثناء دورات ترسيب الكربونات سواء أكانت بحرية أو جوية أو عالية الملوحة، وتحدد نسبة الألومنيوم : السليكا فى الوسط تـَـيـن كل منهما.

٤- كذلك قد يفسر التكوين البيدولوجى للباليجورسكيت وجوده بنسبة أعلى فى الطبقات العليا عنه فى مادة الأصل.

٥- أما معدن الإليت يبدو أنه موجود فى المواد الأصلية للأحجار الجيرية لأن نسبته لا تتغير كثيراً فى طبقات القطاعات الأرضية.

٦- يعزى تكوين الكميات الضئيلة لمعدن الكلوريت إلى ترسيب الطبقات المشابهة للبروسيت على سطح أو بين طبقات المونتموريللونيت.

النشاط الإشعاعى فى الأرضى الزراعية:

لنبتت الدراسات والبحوث الحديثة أن الصخور التى تتكون منها معظم الأرضى الزراعية تحتوى على مواد ذات نشاط إشعاعى. وهذا النشاط يمكن

الاستفادة به كمنشط لنمو النباتات. وقد أكد التحليل الطيفي للعديد من عينات التربة عن وجود عنصر الروبيديوم في معظم أنواع الأراضي وأيضاً في معظم أنواع النباتات. هذا ويمكن القول بأن الكثير من أنواع الصخور التي تتكون منها أنواع مختلفة من الأراضي الزراعية تحتوى على كميات محددة من المواد ذات النشاط الإشعاعى.

ولقد أثبتت نتائج العديد من الدراسات والبحوث الحديثة أيضاً أن للإشعاعات الذرية تأثيراً منشطاً على نمو النبات، وأن إضافة متخلفات بعض المواد المشعة للأراضي الزراعية قد أدى إلى زيادة إنتاجية بعض المحاصيل الزراعية النامية عليها. وتجدر الإشارة هنا إلى أن استعمال هذه البقايا ذات النشاط الإشعاعى قد أدى إلى زيادة النشاط الإشعاعى للأراضي الزراعية ولكن بدرجة طفيفة لا تتناسب مع ما أضيف إليها من هذه الإشعاعات.

ومن وقت لآخر تطفو على الساحة العلمية بعض الآراء التي تشير إلى التأثير المفيد الناتج من تعريض الأراضي الزراعية للإشعاعات الذرية. ولكن بعض العلماء لهم رأى آخر حيث أن هذه الإشعاعات قد يكون لها تأثيرات ضارة على النباتات النامية وأيضاً على الكائنات الحية الدقيقة الضرورية لخصوبة الأراضي الزراعية عند استعمالها بكميات كبيرة وغير مقننة.

المصادر الطبيعية للنشاط الإشعاعى فى الأرضى الزراعية:

أثبتت نتائج العديد من الدراسات والبحوث الحديثة أن بعض معادن الصخور والأرضى تحتوى على كميات يمكن قياسها من المواد ذات النشاط الإشعاعى. وقد أوضحت نتائج هذه الدراسات والبحوث أنه على الرغم من أن مركبات البوتاسيوم المتواجدة فى الأرضى الزراعية لها نشاط إشعاعى بسيط كما أنها لا ينبعث منها إلا أشعة بيتا Beta Rays فقط فإن محصوله

نشاطها الإشعاعى الكلى يقابل النشاط الإشعاعى لعنصرى الراديوم والثوريوم ويعزى ذلك لوجودها بالأراضى الزراعية بكميات كبيرة، وهذا ينطبق أيضاً على عنصر الروبيديوم الذى يعتبر أكثر نشاطاً فى الناحية الإشعاعية من عنصر البوتاسيوم، ولكن بالرغم من هذا فإن النشاط الإشعاعى الكلى الذى يعزى إلى مركبات الروبيديوم فى التربة أقل بكثير من ذلك الذى يعزى إلى مركبات البوتاسيوم.

وقد أثبت التحليل الطيفى للعناصر عن وجود عنصر الروبيديوم فى معظم الأراضى وفى معظم النباتات، وقد ثبت علمياً أن الكميات الموجودة من الروبيديوم أقل بكثير من تلك الخاصة بالبوتاسيوم إذ إنها تتراوح من أثار بسيطة إلى بعض أجزاء من واحد فى المائة.

كما أوضحت نتائج بعض الدراسات أن الأراضى الناتجة من عروق البجماتيت تحتوى على كميات كبيرة نسبياً من عنصر الروبيديوم. وكما هو معروف علمياً من أن عنصر الروبيديوم يحدث له إيمصاص adsorption بواسطة معادن الطين فإنه بذلك لا يفصل ولا يضيع فى عمليات الغسيل بل تحتفظ به الأراضى بحال أكثر من البوتاسيوم وعلى ذلك فإن الكميات الصغيرة منه والمثبتة على معادن الطين تعتبر أحد أهم مصادر النشاط الإشعاعى فى الأراضى الزراعية.

ويجدر بنا أن نشير إلى أن صخوراً عديدة من التى تشق منها أنواع مختلفة من الأراضى الزراعية تحتوى على كميات معينة من المواد ذات النشاط الإشعاعى. ويوضح جدول رقم (٦) الكميات المعتاد وجودها فى جرم واحد من بعض الصخور.

جدول (٦): كميات المواد ذات النشاط الإشعاعي الموجودة في بعض

الصخور.

نوع الصخور	لارانيوم بالجرلم	الثوريوم بالجرلم
الصخور الرسوبية	1.4×10^{-12}	1.6×10^{-9}
الصخور القاعدية:		
البازلت	1.19×10^{-12}	0.8×10^{-9}
الصخور الحامضية:		
الجرانيت	3.34×10^{-12}	2.81×10^{-9}

المصدر: (الشواربي، ١٩٦١).

كما أوضحت نتائج الدراسات والبحوث التي تمت عن النشاط الإشعاعي الطبيعي للآفاق الرئيسية لأراضي نيوزيلندة أن معادن بعض الصخور تحتوي على بعض العناصر ذات النشاط الإشعاعي الأولى في الأراضي لزراعية. وقد ثبت أن معدلات النشاط الإشعاعي بالنسبة للآفاق "C" من الحجر الرملى Sandstone والحجر السلتي Siltstone والـ rhyolitic ashbeds تعتبر في حدود المعدلات المتوسطة أو العالية.

وقد تبين أن هناك تناقص في المستوى الأولى للنشاط الإشعاعي نتيجة لعوامل التعرية أو لغسيل الطبقات السطحية من التربة، فقد أوضحت النتائج انخفاض مقدار النشاط الإشعاعي خلال القطاع الواحد في الأفق "C" إلى الأفق "B" ومن الأفق "B" إلى الأفق "A". وتجدر الإشارة هنا إلى أن انخفاض النشاط الإشعاعي في التربة على هذه الصورة يشير إلى عدم وجود مواد متراكمة ذات نشاط إشعاعي في الأفق "B" كما تشير أيضا إلى دخول هذه المواد المشعة في دورة حياة النبات والحيوان.

ولقد وجد أن مقياس النشاط الإشعاعي للأفتين "B"، "C" للأراضى التى نشأت من الحجر الرملى والدولوريت وبعض أنواع الصخور الأخرى يمكن إستخدامها فى تحديد نوع التربة، وأيضاً معرفة مدى التغيرات التى تحدث فى المواد الأصلية Parent material التى تنشأ منها الأراضى الزراعية. وتعتبر الأراضى التى أثرت فيها عوامل التعرية تأثيراً متوسطاً والأراضى التى تعرضت لعمليات الغسيل المحدودة هى أنسب الأراضى لمقارنة النشاط الإشعاعى الطبيعى للتربة. ولقد تم قياس وتقدير النشاط الإشعاعى لأراضى نيوزيلندة بعد عمل التصحيح اللازم للأشعة الكونية فوجد أنه يتراوح بين ٢١ - ١٥٤ C.P.M أو ما يعرف Count per minute أى مقدار العد فى الدقيقة بالنسبة لإشعاعات بيتا.

المصادر الصناعية للنشاط الإشعاعى فى الأراضى الزراعية:

شهدت السنوات الأخيرة إجراء العديد من البحوث الحقلية على الأراضى والنباتات النامية عليها وذلك باستعمال نظائر مختلفة ذات نشاط إشعاعى. ولقد كانت تلك التجارب أحد الأسباب الرئيسية فى زيادة النشاط الإشعاعى لأراضى عديدة خاصة والتى أجريت عليها هذه البحوث والتى يمكن حصرها فى الآتى:

أولاً : دراسة نمط امتصاص الفوسفور من الأرض والسماد المضاف:

والتقنية التى تتبع فى دراسة نمط إمتصاص الفوسفور من الأرض والسماد المضاف تتمثل فى إضافة للفوسفور ذى النشاط الإشعاعى للأراضى الزراعية فى صور مختلفة وهذا بدوره أدى إلى تراكم مخلفات ذات نشاط إشعاعى بالتربة. وفى مثل هذه الدراسات يبدأ عادة بحامض الفوسفوريك الذى يحتوى على جزء معلوم من P^{32} ذى النشاط الإشعاعى. ويحول إلى فوسفات مثل سوبر فوسفات الكالمسيوم ليكون مناسباً لأن يستعمل كسماد.

وبعد ذلك تضاف كمية معلومة من هذا الفوسفور ذى النشاط الإشعاعى للأراضى الزراعية التى تزرع فيها النباتات، ويحصد عدد من هذه النباتات فى فترات زمنية محددة، ويتم تقدير الفوسفور الكلى المأخوذ من التربة والسماذ معاً وذلك بالتحليل الكيماوى لرماد هذه النباتات. وقد ثبت علمياً أن النبات لا يستطيع التمييز بين ذرات الفوسفور العادى للموجود بالتربة والفوسفور ذى النشاط الإشعاعى الموجود فى السماذ. فإنه بمقارنة النشاط الإشعاعى فى رماد النبات بالنشاط الإشعاعى للسماذ يمكن مباشرة معرفة كمية الفوسفور التى أخذها النبات من السماذ، ومن ثم يمكن تقدير الكميات التى أخذت من كل من التربة والسماذ على حده.

هذا ولم تتوقف الدراسات عند هذا الحد بل تتابع على الصور المختلفة للفوسفور بالأراضى الزراعية، حيث أوضح بليغ (١٩٨٠) أنه ليس من السهل وضع تعاريف محددة لبعض صور الفوسفور المتواجدة فى التربة وذلك بإستخدام طرق الاستخلاص الكيماوية التقليدية. هذا وقد أكد على أن العالم لارسن Larsen عرف الفوسفور الأرضى (اللابايل) بأنه الجزء من الفوسفور الأرضى الذى يمكن أن يتحول إلى المحلول الأرضى نتيجة التبادل مع الفوسفور النظير P^{32} فى فترة زمنية محدودة. وقد أوضحت بعض الدراسات أنه عند إضافة النظير المشع إلى النظام الأرضى يحدث أن تساهم صور كثيرة من الفوسفور الأرضى فى تخفيف هذا النظير، كما يحدث أيضاً إعادة تبلور لبعض مركبات الفوسفور الأرضى وبالتالي فإن الفوسفور اللابايل ليس هو الفوسفور السطحى. وارتباط الفوسفور اللابايل بمساحة سطوح حبيبات التربة لا يثبت أن هذا الفوسفور هو الفوسفور المحمول على سطوح الحبيبات.

ويتم تقدير هذا الفوسفور عن طريق مزج مقدار صغير من مركب فوسفورى مشابه للفوسفور الأرضى وذلك بعد ترقيم هذا المركب بالفوسفور المشع P^{32} . ويؤدى ذلك إلى تخفيف الفوسفور المرقم المضاف ولذا يمكن حساب مقدار الفوسفور الأصلى بالتربة والذى ساهم فى عملية التخفيف من المعادلة التالية:

$$Y = \left(\frac{C_0}{C} - 1 \right) X$$

حيث أن :

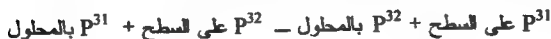
Y = الفوسفور الأرضى الذى ساهم فى التخفيف.

C_0 = الإشعاع النوعى للفوسفور المضاف.

C = الإشعاع النوعى للفوسفور المضاف عند الاتزان.

X = مقدار الفوسفور المضاف.

وبنفس الطريقة قام العالم رسل وزملاءه *Russel et al.* بتقدير قيمة (E) ولكنه يرى أن الفوسفور المقدر هو الفوسفور السطحى. ومن رأيه أن حالة الاتزان الكامل بين النظير المشع والفوسفور الأرضى لا تتحقق. ولكن أثر التخفيف ينخفض انخفاضاً شديداً بعد فترة زمنية ولذا فإنهم يقرنون التعبير عن (E) بالوقت الذى ترك النظام فيه للوصول إلى حالة الاتزان فيكون (E_t) هذا وقد استخدم رسل وزملاءه النظير المشع للفوسفور P^{32} دون سماد فوسفورى حامل له وفى هذه الحالة يحدث التفاعل الإحلالى النظيرى الآتى عند الاتزان:



وثابت الاتزان فى هذه الحالة = ١ وينتج عن ذلك أن:

$$\frac{P^{32} \text{ بالمحلول}}{P^{31} \text{ بالمحلول}} = \frac{P^{32} \text{ على السطح}}{P^{31} \text{ على السطح}}$$

وبالتالى فإن P^{31} على السطح أى الفوسفور الأرضى الأصلى المحمول على سطح الطين يمكن حسابه من المعادلة التالية:

$$\frac{P^{31} \text{ على السطح} \times P^{32} \text{ بالمحلول}}{P^{32} \text{ بالمحلول}} = P^{31} \text{ على السطح}$$

كما أكد بليغ (١٩٨٠) على أن تعبير الفوسفور المتبادل قد يشمل مجموع الفوسفور السطحي مضافاً إليه الفوسفور الموجود فى المحلول الأرضى.

ثانياً: دراسة انتقال الفوسفور بالأرض بواسطة الانتشار:

تقدمت دراسات حركة الفوسفور فى الأرضى بواسطة الانتشار وذلك بعد استخدام الفوسفور 32 المشع، لأنه بمتابعة وتقدير الإشعاع مكنت الباحثين من تقدير الكميات للصغيرة من الفوسفور التى تنتشر بالأرضى لمسافات قصيرة.

وعموماً يحدث انتقال للفوسفور بالانتشار من نقطة إلى أخرى عندما يوجد فرق فى تركيزه بين النقطتين، ويحدث الانتشار فى محلول التربة، والوقت اللازم لأيون الفوسفات ليقطع مسافة ما خلال النظام الأرضى أطول من الوقت الذى يحتاج إليه ليقطع نفس المسافة فى محلول حر، والمعادلة التالية تقدر انتشار الفوسفور فى الأرض باستخدام الفوسفور 32 المشع.

$$\frac{D_p}{(b + m)} = \frac{P_0}{t} (P/P_0)^2 L^2$$

حيث إن:

D_p = معامل الانتشار سم² / ثانية.

b = ميل الخط البياني الذي يعبر عن العلاقة بين مقدار الفوسفور للمدعم

لكل ١ سم³ من محلول التربة.

m = محتوى الأرض من الرطوبة معبراً عنها سم³ من الماء لكل ١ سم³ من الأرض.

t = الزمن بالثانية.

P = مقدار الفوسفور ^{٣٢} الذي ينتشر خلال الزمن "٣".

P_0 = مقدار الفوسفور الكلى فى النظام.

L = طول مسافة الانتشار.

P_0 = ثابت مقداره ٣,١٤.

ومن إستخدام هذه المعادلة أمكن اثبات أن لانتشار أيون الفوسفات فى الأراضي الزراعية يكون ضئيلاً جداً.

وبالإضافة إلى استعمال الفوسفور ذى النشاط الإشعاعى فقد أجريت دراسات على الكالسيوم ذى النشاط الإشعاعى للاستفادة بذلك فى تحديد الكمية الكلية الكافية من الكالسيوم لمعادلة الحموضة فى الأراضي الحامضية.

ويجب أن نشير هنا أيضاً إلى أن استعمال الحديد ذى النشاط الإشعاعى وذلك بإضافته مع الفوسفور بهدف تحديد سبب الفقر فى المادة الخضراء بالنباتات، كذلك أن إمكان الحصول على كميات كبيرة نسبياً من الكربون ذى النشاط الإشعاعى ^{١٤}C بسعر مناسب قد شجع على إجراء العديد

من الدراسات والبحوث الخاصة بدراسة طبيعة عملية التمثيل الضوئي وكيفية حدوثها. وهناك العديد من المصادر الأخرى للنشاط الإشعاعي في الأراضي ترجع أساساً إلى تأثير المواد المتخلفة من استعمال المواد ذات النشاط الإشعاعي في الأبحاث الحديثة والتي أجريت على العناصر الصغرى والتي يحتاج إليها النباتات بكميات قليلة، فمن بين الصعوبات الرئيسية التي صاحبت دراسة هذه العناصر في التربة صعوبة تعيين الكميات الضئيلة جداً من هذه العناصر المختلفة. ولقد أدى اكتشاف النظائر المشعة إلى الوصول إلى طريقة لحل هذه المشكلة حيث أمكن تعيين الكميات الصغيرة جداً من هذه العناصر التي تحتاج إليها النباتات بكميات قليلة وذلك بخلط مادة البحث بنظائر مشعة من هذه العناصر.

ومما سبق يتضح لنا أن نشاطاً إشعاعياً كبيراً في هذه الحالات يظل في التربة التي أجريت عليها مثل هذه الدراسات قد تصل مدته سنتين أو ثلاث سنوات أو أكثر وذلك حسب النظير المشع الذي تم استخدامه في الدراسة وخير مثال على ذلك أن استعمال الكالسيوم ذا النشاط الإشعاعي الذي يمكن استخدامه في مثل هذه الدراسات هو ^{45}Ca الذي يبلغ نصف عمره ١٨٠ يوماً ولذلك فإننا نجد أن مثل هذا النشاط الإشعاعي الذي يظل في التربة لمدة ثلاث سنوات أو أكثر وهذا بدوره يؤدي في كثير من الأحيان أن الباحث قد يخطئ في التمييز بين النشاط الإشعاعي الناتج عن النظير المشع وبين النشاط الإشعاعي الطبيعي للأرض الزراعية.

تأثير التربة بالقتال الذرية والأيدروجينية.

بعد تجويز القنبلة الأيدروجينية في بكيني (Bikine) قام العديد من العلماء بدراسة تأثير الإشعاعات الذرية الناتجة عن انفجارها على المحاصيل

والأراضي. ولقد تمكن هؤلاء العلماء بعد استخلاص النشاط الإشعاعي الطبيعي الذي يعزى للبتاسيوم K^{40} من إثبات وجود نشاط إشعاعي كبير في أجزاء النبات الخشنة، مثل سنابل الشعير والقمح وكذا على الأوراق السفلى للأشجار الكبيرة بينما كانت هناك آثار ضئيلة من النشاط الإشعاعي في الحشائش النامية في ظل الأشجار، على أنه لم يكن هناك نشاط إشعاعي في الجذور. ومن الملاحظات الجديرة بالعناية في هذا الشأن أن النشاط الإشعاعي كان ضعيفاً في الأراضي الحسنة الصرف. ولكنه كان قوياً عندما كان الصرف رديناً، وقد أوضحت نتائج إحدى الدراسات التي تمت في اليابان مدى تأثير رماد بكيى على امتصاص الأراضي والنباتات للمواد ذات النشاط الإشعاعي. فقد ثبت أن طلاء أوراق نباتات القرعيات النامية في مزارع رملية بمستخلص رماد بكيى يؤدي إلى امتصاص وانتقال النواتج ذات النشاط الإشعاعي في جميع أجزاء النبات.

وفي هذه الدراسة تم تنفيذ تكتيك أو طريقة نيوپاور حيث خلطت عينات من رماد بكيى وزن كل منها ١٠٠ جم بعينات من التربة وزن كل منها ١٠٠ جم أو بعينات من الرمل وزن كل منها ٢٥٠ جم أو بعينات من الرمل محتوية على أملاح عناصر مغذية مختلفة، وبعد ذلك زرع القمح وبعد ١٥ يوماً أخذ المجموع الخضرى والمجموع الجذرى لنباتات القمح كل على حده . فوجد أن النسب المئوية للمواد ذات النشاط الإشعاعي كانت منخفضة في المجموع الخضرى للنباتات النامية في التربة خصوصاً إذا كانت السعة التبادلية للتربة مرتفعة، وذلك عند مقارنتها بالنباتات التي كانت نامية في الرمل. كما وجد في جميع الحالات أن التراكم العالى للمواد ذات النشاط الإشعاعي حدث في المجموع الجذرى، وأن حوالى ١٠% منها فقط انتقلت إلى المجموع الخضرى، ووجد كذلك أن امتصاص المواد ذات النشاط

:الإشعاعى يزيد بإضافة املاح الأمونيوم ويقل لدرجة كبيرة بإضافة فوسفات الكالسيوم الأحادية.

وقد أوضحت نتائج بعض الدراسات والبحوث أن وجود تركيزات عالية من محلول كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 يقلل من الكفاءة الإشعاعية لبعض النظائر المشعة والمتمثلة فى الكبريت المشع S^{35} والفوسفور P^{32} .

وقد قام الشواربى (١٩٦١) بفحص النشاط الإشعاعى فى مختلف أنواع الأراضى المصرية، حيث فحصت عينات من مختلف أنحاء الدلتا ومصر العليا والفيوم ومديرية التحرير، وأجريت عملية تقدير النشاط الإشعاعى بهذه العينات بواسطة عداد جيجر وذلك بجامعة فورد هام بنيويورك.

أما من ناحية الدراسات المصرية فقد قام الشواربى (١٩٦١) بفحص النشاط الإشعاعى فى أراضى الواحات الخارجة والداخلية بجمهورية مصر العربية وكذا فى بعض أراضى السودان وقد أوضحت جميع نتائج هذه الدراسات أن أراضى وادى النيل وكذا أراضى الواحات بصفة عامة ذات نشاط إشعاعى منخفض إذا قورنت ببعض مناطق العالم الأخرى. فهى تتراوح ما بين ٣٥,٦٧ - ٣٢,٢٤ C.P.M أى العد فى الدقيقة بالنسبة لأشعة بيتا (B) بينما ثبت أن هذا العدد بالنسبة إلى أراضى ولاية نيويورك مثلاً يصل إلى ٨٠ ويصل فى أراضى نيوزيلندة إلى ١٥٤ كما أظهرت نتائج هذه الدراسات كذلك أنه لا توجد هناك علاقة بين النشاط الإشعاعى وبين عمق الطبقات المختلفة للقطاع الطولى للتربة، وأن النشاط الإشعاعى للتربة يزداد جازدياد ما تحويه من كربونات الكالسيوم.

ومن النتائج التي أمكن الحصول عليها أيضاً من هذا الدراسات هو أن الضئيل الغزوي له تأثيره الخاص في رفع قيمة النشاط الإشعاعي للتربة مسيب. حيث لوحظ ارتفاع النشاط الإشعاعي كلما زادت كمية الطين العروى متفرة. مما يستدل منه على أن المكونات الخشنة للتربة لا تلعب دوراً هاماً في هذا الشأن إذا قورنت بالمكونات الغزوية. كما ظهر أيضاً أنه لا توجد علاقة محددة بين المادة العضوية في هذه الأرضى وبين نشاطها الإشعاعي. كذلك ثبت أن أراضي اللوحات الداخلة والحارجة لم تتأثر بأية إشعاعات ذرية نتيجة الانفجارات للذرية لبعده هذه اللوحات الشديد عن مناطق تفجير القنابل وكذلك الحال بالنسبة لأراضي مديرية التحرير، وقد ثبت أنه ليس هناك فرق كبير بين النشاط الإشعاعي في أرضى الصحراء وأراضي وادى النيل. وإن كانت أراضي الدلتا تمتاز بارتفاع بسيط في نشاطها الإشعاعي عن كل من أراضي مصر العليا وأراضي اللوحات بصفة عامة.

وأما فيما يختص بأراضي السودان فقد أوضح الشواربى (١٩٦١) أنها بوجه عام ذات نشاط إشعاعي منخفض بالنسبة لبعض مناطق العالم الأخرى. كما ظهر أن الأراضي السودانية المعروفة باسم Goz soils والتي تشغل مساحة قدرها ٧٠ ألف ميلاً مربعاً والتي تختلف في تركيبها الكيميائى والطبيعى عن بقية الأراضي الخاصة بوادى النيل لا تختلف عن بقية أراضي السودان في نشاطها الإشعاعي. كما وجد أن الأراضي الصحراوية والأراضي الزراعية في السودان لا تمتاز كثيراً في نشاطها الإشعاعي وذلك في المناطق التي أخذت منها عينات الفحص والدراسة.

ثانياً: مجالات علم تغذية النبات:

المعروف والثابت علمياً أن النبات يحتاج إلى ١٦ عنصراً والتي تعرف بالعناصر الكبرى والصغرى التي تستعمل في تغذيته، والتي لا يمكن بواسطة الطرق الكيميائية العادية إجراء تقديرات دقيقة لبعضها، إذ تحول بعض الإمكانات العلمية دون تتبع سيرها بعد امتصاصها في جسم النبات، ومن أهم هذه العناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والكبريت والحديد والمنجنيز والزنك والمولبدنيوم وغيرها.

وقد أمكن باستخدام تقنيات النظائر المشعة معرفة مدى قابلية النبات لامتصاص هذه العناصر، كما أمكن عن طريقها معرفة وتقدير الاحتياجات السمادية للنباتات والمحاصيل وبالتالي تقدير الكميات التي يلزم إضافتها إلى الفدان المنزوع بشتى المحاصيل.

ولقد كان من النتائج المباشرة لمثل هذه الدراسات والبحوث العلمية اكتشاف ما يعرف بأسمدة العناصر الصغرى، والتي أصبحت تستخدم على نطاق واسع في كثير من دول العالم. ومن أهم الموضوعات التي تستعمل فيها النظائر المشعة الآتي بيانه:

تغذية النبات عن طريق السوق والأوراق:

كان معروف علمياً أن جذور النباتات هي التي تقوم بمد الأوراق وباقي أعضاء النبات بالمغذيات وظل هذا سائداً إلى أن أثبتت نتائج الدراسات والبحوث الحديثة أنه عن طريق استخدام النظائر المشعة أمكن إثبات أن كثيراً من العناصر المغذية يمكن أن تصل إلى النبات لا عن طريق الجذور فحسب وإنما يُمد بها للنبات عن طريق السوق والأوراق، بحيث يمكن

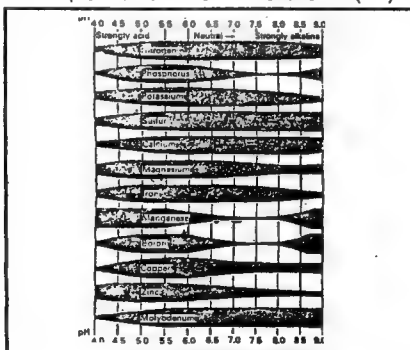
للأوراق العليا في النبات أن تقوم بنقل العناصر المغذية إلى أجزاء النبات السفلى.

ومما هو جدير بالذكر أن أنسجة للفروع أو السيقان أيضا التي تتواجد في المناطق العليا والوسطى من النبات يمكن أن تنقل العناصر المغذية من أجزاء النبات العليا لتعطيها من خلالها إلى مختلف أجزائه السفلى. هذا ويرجع الفضل في تفسير هذه الظاهرة إلى استخدام النظائر المشعة وقد أمكن الاستفادة من هذه الظاهرة في تغذية كثير من المحاصيل الزراعية التي لها نمو ورقي غزير، وإمكان دراسة أثر العناصر الصغرى في تغذية المحاصيل الزراعية تغذية صحيحة. وهذا أثر بدوره على إنتاج كميات وفيرة من المحاصيل الزراعية.

ولقد كانت النتيجة المباشرة التي أدت إليها البحوث والدراسات العلمية الخاصة باستخدام النظائر المشعة في تغذية النبات، والتي أدت إلى إمكان تغذية النبات عن طريق السوق والأوراق هي إمكان التسميد لا عن طريق إضافة الأسمدة إلى الأراضي الزراعية بالطرق التقليدية والتي كانت شائعة في الماضي القريب، بل إمكان إضافة هذه الأسمدة على صورة محلول أو محاليل ترش بها السوق والأوراق ولذلك أصبح في الامكان تغادى وتجنب الكثير من المشاكل والمضاعفات المعقدة التي تتعرض لها بعض الأسمدة الكيميائية عند إضافتها إلى الأراضي الزراعية. ولعل من أوضح الأمثلة على ذلك ما تتعرض له مختلف المركبات الفوسفاتية وكذلك مركبات العناصر الصغرى عند إضافتها إلى الأراضي الزراعية وخاصة في الأراضي الجيرية التي تحتوى على أكثر من ١٠% من مادة كربونات الكالسيوم. كما أن الباحثين في مجال تغذية النبات يواجهون مشكلة كبرى في هذا الشأن إلى

جانب مشكلة المركبات الفوسفاتية ألا وهى مشكلة امتصاص مختلف المحاصيل الزراعية لكميات ضئيلة من عناصر الحديد واليورون والمنجنيز والزنك والنحاس. إذ أن هناك مدى خاص من رقم الحموضة pH تصبح فيه هذه العناصر رغم وجودها فى الأراضى بحالة غير ميسرة لتغذية النبات. والشكل رقم (١٤) يوضح مدى تيسر العناصر المغذية تبعاً لرقم الحموضة. وقد أثبتت العديد من الدراسات والبحوث الحديثة أن محصول القصب والموز تعتبر من أكثر المحاصيل التى لها إستجابة عالية لهذا النوع من التسميد ألا وهو التسميد بالرش. ومما تجدر الإشارة إليه فى هذا المجال أن استعمال النظائر المشعة فى تغذية النبات قد أثبت حقيقة علمية مؤكدة وهى أن بعض أنواع المحاصيل يمكنها أن تحصل على ٨٥% من غذائها عن طريق السوق والأوراق بينما لا تحصل من جذورها إلا على حوالى ١٠ - ١٥% من الغذاء اللازم لها.

شكل (١٤): مدى تيسر العناصر المغذية تبعاً لرقم الحموضة.



المصدر : (الشيبينى، ٢٠٠٤).

أهم النتائج التي أمكن الحصول عليها نتيجة استعمال النظائر المشعة فى مجالات تغذية النبات وذلك طبقاً لما أوضحه الشواربى (١٩٦١):

١- أمكن بسهولة معرفة وتحديد نوع السماد للملائم والواجب إضافته لأرض معينة بالنسبة لمحصول معين.

٢- تحديد الوقت بالضبط الذى تشتد فيه حاجة النبات إلى عنصر معين.

٣- معرفة قدرة النبات على التأقلم تحت ظروف الجو والتربة الخاصة.

٤- معرفة مدى استفادة المحاصيل التالية بما أضيف إلى الأرضى من محاصيل الأسمدة للخضراء.

تقنيات استعمال النظائر المشعة فى الوصول إلى نتائج البحوث والدراسات الخاصة بتغذية النبات:

تستعمل للنظائر المشعة فى تغذية النبات على صورة مواد كيميائية نقية تحتوى على العنصر المشع، وهذه تضاف مع بعض المركبات السمادية المعروفة التى تحتوى على نفس العنصر، وهذه يمكن الحصول عليها فى صورة محاليل تستورد من الخارج. هذا وقد أمكن إنتاج بعض هذه المواد ذات النشاط الإشعاعى وذلك بإستخدام المعجل الذرى الذى تم تركيبه فى أنشاص.

ويشهد القرن الحالى أنه فى بعض البلاد المتقدمة كالولايات المتحدة الأمريكية وإنجلترا وألمانيا أمكن صناعة بعض الأسمدة الكيماوية الخاصة بإجراء تجارب النظائر المشعة فى المصانع، فيطلب مثلاً من مصنع معين صنع سماد سوبر فوسفات محتو كل فوسفوره على الفوسفور المشع (P^{32}).

مزاياء استعمال النظائر المشعة:

يعلم جميع من يعملون فى مختبرات ومعامل التحليلات الكيماوية أنه لا يمكن إجراء التحليلات الكيماوية على النبات النامى، ومهما بلغت سرعة التحليلات الكيماوية فإنه لا يمكن أن تتم فى أقل من ساعات إن لم تكن فى أيام. وعلى هذا ستعرض جميع المركبات الكيماوية والحيوية فى النبات إلى بعض التغيرات، مهما كانت طفيفة بمجرد موت النبات، وعلى ذلك فإن كثيراً من النتائج التى يمكن الحصول عليها نتيجة هذه التحليلات الكيماوية قد لا تكون بالدقة المرغوب فيها. أما فى حالة استعمال النظائر المشعة فإنه يمكن معرفة أثر السماد والنبات تام ونامى وفى حالته الطبيعية، فمن ذلك مثلاً أنه يمكن خلط أو وضع السماد المشع على أبعاد مختلفة من جذور النبات، ثم نقرر الاستجابة التى يبدىها المحصول نحو السماد من معرفة عدد الإشعاعات المنطلقة من أجزاء النبات العليا كالأوراق مثلاً فيمكن تحديد أنسب مسافة يوضع عليها السماد فى الأرضى الزراعية، فكلما كانت الإشعاعات أكبر فى الأوراق العليا من النبات كلما كان هذا المكان أنسب، ونفس هذه الطريقة يمكن تطبيقها على موعد وضع السماد بالنسبة للمحصول. كما يمكن كذلك وب نفس الطريقة تحديد أفضل المركبات الكيماوية الخاصة بهذا العنصر السمادى المشع الذى تفضل إضافتها لأرض معينة بمحصول معين.

كما أوضح الشواربى (١٩٦١) أنه وب نفس هذه الطريقة أيضاً يمكن معرفة مدى استفادة بعض المحاصيل بالأسمدة الخضراء التى تسبقها. فى هذه الحالة مثلاً يسمد المحصول الأخضر بفوسفور مشع مثلاً ثم يحرث فى الأرض بعد نموه، وعند زراعة المحصول التالى يمكن أن نحدد الوقت الذى بدأت فيه الاستفادة من الفوسفور المشع، وذلك بقياس مقدار الإشعاعات الناتجة أو بالتالى كمية P^{32} المشع الذى أخذه المحصول الجديد عند تحلل

المحصول السابق الذى حرث فى الأرض، وبدء استقادثه بالفوسفور المشع الذى تحول من صورة عضوية إلى صورة معدنية. إذ يمكن بسهولة تحديد الوقت الذى بدأت تظهر فيه الإشعاعات، وكذلك تحديد الوقت الذى يبلغ فيه مقدار العد فى الدقيقة لقصاه، وعلى ذلك يمكن تحديد الوقت المناسب لزراعة المحصول التالى حتى يمكن الحصول على أكبر فائدة ممكنة من الأسمدة الخضراء.

التطبيقات العملية لإستخدام النظائر المشعة فى تغذية النبات:

١- تتبع ميكانيكية امتصاص العناصر المغذية:

أوضحت نتائج الدراسات الحديثة أن يمكن وباستعمال الكالسيوم المشع Ca^{45} تتبع ميكانيكية امتصاص النباتات للكالسيوم. فقد أوضحت النتائج أن درجة الاستفادة من كبريتات الكالسيوم كمصدر للكالسيوم اللازم للنبات فى الأراضى الحامضية أقل مما فى حالة لكسيد الكالسيوم أو كربونات الكالسيوم.

٢- تتبع تثبيت النيتروجين الجوى فى بعض النباتات.

لقد أوضحت نتائج بعض الدراسات والبحوث الحديثة وباستخدام النيتروجين المشع N^{15} أنه يمكن لبعض النباتات أن تثبت النيتروجين الجوى عن طريق آخر غير العقد الجذرية.

وقد أكنت نتائج بعض البحوث أنه فى بعض الحالات يمكن امتصاص نيتروجين الجو وذلك بواسطة الأجزاء الخضرية لبعض الحشائش. هذا وقد وجد أن هذه النباتات تمتص كمية أكبر من النيتروجين عن طريق أجزائها الخضرية خاصة عندما يفتقر الوسط الذى ينمو فيه النبات إلى عنصر النيتروجين. وهى ظاهرة تستحق الدراسة من الناحية الوراثية حيث

لها تفتح مجالاً واسعاً للدراسات التطبيقية، خاصة عند ارتفاع أسعار الأسمدة الكيماوية الراجع إلى ارتفاع تصنيعها والتي تعتمد على الطاقة الحرارية. هذا بالإضافة إلى الحد من تلوث الأراضي والمياه بمتبقيات الأسمدة الكيماوية وخاصة الأسمدة النيتروجينية. وقد أكدت نتائج استخدام النظير الثابت (N^{15}) التثبيت الحيوى للنيتروجين حيث أوضح كل من El-Kholi and Galal (1998) أن تقنيات النظير الثابت للنيتروجين شأنها فى ذلك شأن الطرق الأخرى - لها مميزات ومعوقات خاصة بها، وبالرغم من ذلك تعتبر هذه التقنية من أفضل التقنيات التى تعطى قياسات أكثر دقة لكميات النيتروجين المثبتة حيويًا.

كما أوضح كل من El-Kholi and Galal (1998) أن استخدام مفهوم التخفيف النظائرى (N^{15}) مقارنة بطريقة الفرق فى المحتوى الكلى من النيتروجين فى قياس كمية النيتروجين المثبت بواسطة كل من البقوليات والنبجليات. وقد لوحظ أن هناك تناقصاً واضحاً بين هاتين الطريقتين حيث كانت الاختلافات فى كمية النيتروجين المثبت والمقدرة بكلتا الطريقتين ملفنة للنظر. وقد أوضحت النتائج التى تم التحصل عليها على الأتى:

١- فى حالة نبات فول الصويا كانت كمية النيتروجين المأخوذة من الهواء الجوى والمقدرة بطريقة التخفيف النظائرى أعلى كثيراً عنها فى حالة استخدام طريقة الفرق فى المحتوى النيتروجينى.

٢- نفس الاتجاه لوحظ مع نباتات الأرز بينما لم يكن هناك اتجاه واضح وقاطع فى حالة نبات القمح ويرجح أن يكون التناقص بين الطريقتين راجع إلى افتقار طريقة الفرق فى المحتوى النيتروجينى للقدرة على التمييز بين المصادر المختلفة للنيتروجين الممتص بواسطة النبات.

هذا وقد أكدوا El-Kholi and Galal (1998) على أن صلاحية أي من الطريقتين تعتمد على العديد من العوامل مثل الصنف النباتي واللقاحات ونبات المقارنة ونوع التربة وهذه العوامل يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند اختيار الطريقة الجديرة بالثقة لقياس كمية النيتروجين الحيوى المثبت من الهواء الجوى.

٣- أثر الفوسفور في مقاومة النبات للصقيع:

أوضحت نتائج بعض الدراسات الحديثة أنه وباستخدام الفوسفور المشع P^{32} في تغذية عدد مختلف من النباتات التي تنمو في المناطق التي يشهد فيها البرد مثل نباتات الشعير والعدس والبسلة وبعض المحاصيل الشتوية الأخرى، أمكن اكتشاف أن النباتات التي تنمو في المناطق التي يشهد فيها البرد لها طاقة امتصاصية للفوسفور أشد أو أكبر من الطاقة الامتصاصية للفوسفور الخاصة بالمحاصيل التي تنمو في المناطق الأكثر دفئاً. ويمكن الاستفادة من هذه الظاهرة في حالة بعض المحاصيل في مصر وذلك بعدم إضافة كل كمية الفوسفات اللازمة للمحصول قبل الزراعة، وإنما يضاف جزء منها عند بدء النمو، ويحتفظ بالجزء الآخر ليضاف أثناء فترات الصقيع. ولكن هذا يتوقف على نوعية التربة ونسبة كربونات الكالسيوم بها كما يتوقف أيضاً على نمط توزيع المجموع الجذري.

فكثير من الزراع يطبقوا هذه النتيجة خاصة في الحقول المزروعة بالبرسيم، فعند حلول موجات الصقيع يقوموا بإضافة جرعة من سماد الموبر فوسفات وبالتالي يقل ضرر الصقيع على تلك النباتات.

٤- دراسة العلاقة بين التركيب الكيميائى لكل من التربة والمحلول الأرضى:

أوضحت نتائج بعض الدراسات والبحوث الحديثة أنه أمكن عن طريق إستخدام الأسترنشسيوم المشع وكذا الكالسيوم المشع Ca^{45} إثبات أنه فى حالة إنماء بعض النباتات على ثمانية عينات مختلفة من الأرضى أن نسبة الأسترنشسيوم : الكالسيوم فى النبات كانت تشبه إلى حد كبير نسبة الأسترنشسيوم : الكالسيوم فى المحلول الأرضى وقد بلغت هذه النسبة فى معظم هذه الحالات ١٠٣%.

٥- دراسة تأثير مصنات التربة ومثبطات النترته على فقد النيتروجين:

تنقسم الأرضى الرملية حديثة الاستزراع بفقر خواصها الطبيعية والكيمائية مما يستوجب ليس فقط إضافة العناصر المغذية إليها بل يجب أيضاً العمل على حفظ هذه العناصر من الفقد ولذا قام Abdel Monem (1995) بدراسة أثر مادة البولى اكراميد PAM كمحسن للتربة وكذلك مادة داي سيانيد داي أميد DCD كمادة مثبطة لعملية النترته على فقد النيتروجين من الأسمدة المضافة وكذلك امتصاص النيتروجين بواسطة نبات القمح. تم إضافة سماد اليوريا المرقم أو المعطم بالنيتروجين 15 (٢%) بمعدل ١٠٠ كجم نيتروجين / للفدان بدون أو إضافة PAM مع أو DCD. ثم تم تقدير وزن المادة الجافة للنبات بعد حصاده وكذلك كمية النيتروجين الممتص وأيضاً تم حساب كمية النيتروجين المفقود. وفى تجربة أخرى إستخدم فيها نباتات الذرة الشامية بنفس المعاملات السابقة الذكر وبعد ٦٠ يوماً من الزراعة حصدت النباتات وتم تحليل النباتات من حيث كمية النيتروجين الممتص وكذلك حساب النيتروجين المفقود. وقد أوضحت النتائج الآتى:

- ١- أن لمادة PAM وكذلك DCD أثر معنوي على زيادة محصول القمح والحبوب لنبات القمح.
- ٢- أدت إضافة المادتين السابقتين مع اليوريا إلى زيادة امتصاص نبات القمح للنيتروجين من ٢٧,٨% إلى ٦١,١%.
- ٣- انخفضت قيمة الفاقد من النيتروجين من ٦٣,٤% إلى ٢٣,٤% وذلك في التجربة الخاصة بنباتات القمح.
- ٤- بالنسبة لنبات النرة فلقد أدى إضافة مادة DCD إلى سماد اليوريا إلى زيادة معنوية في محصول المادة للجافة وأيضاً إلى تقليل الفاقد من النيتروجين من ٥٢,٤% إلى ٢٤,٩%.
- ٥- ومن هذه النتائج يتضح أنه يمكن أن يكون لمحسن التربة PAM ومثبت النترية DCD أثر فعال إيجابي على إنتاج المحاصيل خاصة في الأراضي الرملية.

ثالثاً: الإشعاعات الذرية وفيزياء الطور السائل بالأراضي:

يعتبر الماء هو السائل الوحيد الذي يقوم بعدة وظائف هامة بالنسبة للأراضي الزراعية، فهو أساسي في عمليات التجوية Weathering وفي تحلل المادة العضوية وفي التفاعلات التي تنضب العناصر المغذية اللازمة لنمو النبات. وعلى هذا يجب العمل على حفظ كمية الماء بالتربة في صورة معتدلة حيث أن الزيادة الكبيرة منه قد تؤدي إلى فقد العديد من العناصر المغذية بعمليات الغسيل بجانب التأثير السيئ على تهوية التربة فيقل إمداد الجنور بالأكسجين. كما تؤدي القلة الشديدة من الماء بالتربة الزراعية إلى ذبول النباتات وقلة النشاط الحيوي بالتربة. وتعد كمية الماء المتغيرة والموجودة بوحدة الكتلة أو بوحدة الحجم من الأرض وكذلك طاقة هذا الماء بالأرض من أهم العوامل المؤثرة على نمو النباتات. وكمية الماء بالتربة

يمكن التعبير عنها بالمحتوى الرطوبي Moisture content أما الطاقة المصاحبة للماء فيمكن التعبير عنها بواسطة جهد الماء Water potential. ويحتاج الباحثون الذين يعملون في مجال فيزياء الأرضى وكذا في مجالات للمقننات المائية معرفة المحتوى الرطوبي وأيضاً الجهد حتى يمكن لهم فهم وضع وسلوك الماء بالأرضى للزراعية وبناءاً على ذلك يمكن تقييم تأثير الماء على نمو النباتات وحساب كميات مياه لارى أو المطر التى يحتاجها المحصول وكذلك حساب عمق التسرب لكمية معلومة من الماء.

كذلك أنه عن طريق القياس المستمر للمحتوى الرطوبي لقطاع التربة يمكن حساب البخر نتح Evapotranspiration. وهناك طرق عديدة لتقدير المحتوى الرطوبي بالأرضى للزراعية ومنها على سبيل الحصر: الطريقة الوزنية، طريقة المقاومة الكهربائية وأخيراً طريقة التششت النيوترونى Neutron scattering method والأخيرة هى التى تهتمنا فى مجال إستخدام الإشعاعات الذرية فى مجال فيزياء الطور المسائل بالتربة.

وقد أوضح نسيم (٢٠٠١) أن هذه الطريقة تعتبر من أحدث الطرق لتقدير المحتوى الرطوبى بالتربة وهى طريقة غير مباشرة تعتمد على نيوترونات سريعة Fast neutrons تنبعث من مصدر مشع عادة ما يكون راديوم أو بربليوم أو كوبالت. والمعروف علمياً أن ذرات الهيدروجين التى يحتويها جزئ الماء لها تأثير مؤكد فى الاقلال من سرعة النيوترونات سريعة الحركة وفى تشتيتها.

وبسبب التششت والتغير فى اتجاه هذه النيوترونات يعود بعضها إلى نقطة قريبة من المصدر الأسمى كنيوترونات بطيئة الحركة. ويتوقف عدد هذه النيوترونات البطيئة على كمية ذرات الهيدروجين وبالتالي على كمية

جزيئات الماء الموجودة فى التربة. حيث أنه وعندما تصطدم هذه النيوترونات بذرة الهيدروجين الموجودة فى الماء فإن اتجاه حركتها يتغير وتنفد جزءاً من طاقتها وبذلك تصبح بطيئة.

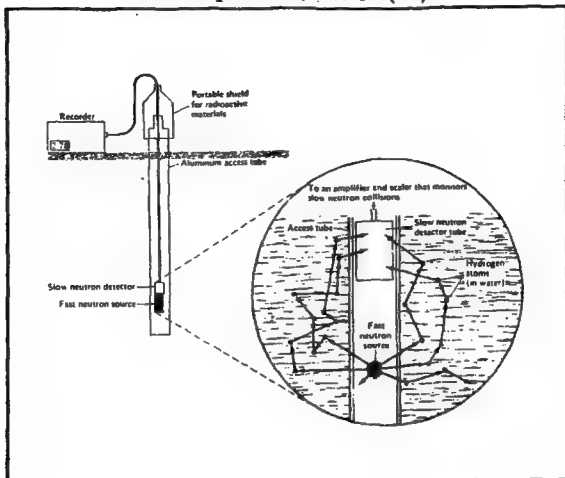
وهذه النيوترونات المبثثة يمكن قياسها بإستخدام غللة رقيقة من معدن اللارانيوم أو الفضة التى تصبح مشعة عندما تصطدم بها النيوترونات. وكلما زاد المحتوى المائى فى التربة زاد عدد النيوترونات المبثثة التى تصطدم بالصفحة المعدنية والتى تعرف بالمستقبل detector.

وعندما تزداد كمية الأشعة الناتجة على الغللة أو الصفحة المعدنية والتى يمكن قياسها بسهولة حيث تنتقل الإشعاعات إلى عداد خاص مرفق بالجهاز. ومن كمية الإشعاعات التى تزداد بزيادة للرطوبة فى التربة يمكن من جداول خاصة معرفة النسبة المئوية للرطوبة الأرضية. ويطلق على هذا الجهاز اسم Neutron probe وهو يتكون من جزئين رئيسيين هما:

١- **المجس Probe**: ويمكن انزال هذا الجزء رأسياً داخل أنبوبة من الألومنيوم للعمق المطلوب القياس عنده. وعلى المجس يوجد مصدر للنيوترونات السريعة Fast neutron source وجزء حساس للنيوترونات البطيئة detector.

٢- **عداد أو مقياس للمعدل**: وهذا العداد يعمل بالبطارية لقياس معدل النيوترونات البطيئة والمشتتة بواسطة جزيئات الماء بالتربة. والشكل رقم (١٥) يوضح تركيب جهاز Neutron probe.

شكل (١٥): تركيب جهاز Neutron probe .



المصدر : (نسيم ، ٢٠٠١).

وقد استخدم كل من Sallam and El-Gendi (1998) جهاز تقدير الرطوبة بالنيوترونات في حساب التوصيل الهيدروليكي المشبع من بيانات مقدرة في الظروف غير المشبعة. حيث استخدمت خمس طرق حسابية في هذه الدراسة كطرق غير مباشرة لحساب التوصيل الهيدروليكي عند التشبع باستخدام العلاقة بين قيم الرطوبة مع الزمن المقدرة في الظروف غير المشبعة. وهذه الطرق هي : θ , θ , lax-w , CGA , flux . هذا وإستخدمت طريقة بورزما لتقدير التوصيل الهيدروليكي عند التشبع حقلياً في تجربة أجريت في أرض رملية في أنشاص والتي تم مقارنتها مع قيم

التوصيل الهيدروليكي عند التشبع المقدرة بواسطة الطرق الحسابية. بالإضافة إلى ذلك تم استخدام جهاز النيوترونات لتتبع المحتوى الرطوبي في الظروف غير المشبعة عند عمق التربة ٣٠ ، ٤٥ سم للاستفادة من مميزاته في تقدير الرطوبة تحت الظروف غير المشبعة. وقد أوضحت النتائج الآتى:

١- تحت ظروف الأراضي الرملية في أنشاص وجد أن θ -Iax هي الطريقة التي يوصى بها لحساب التوصيل الهيدروليكي عند التشبع في كلا العمقين ٣٠ ، ٤٥ سم والحصول على قيمة متقاربة جداً مع المقدرة بطريقة بورزما في الحقل.

٢- أوضحت الدراسة أن طرق CGA ,Iax-w عند العمق ٣٠سم و flux لا يوصى باستخدامها لحساب التوصيل الهيدروليكي عند التشبع من قياسات الرطوبة مع الزمن المقدرة في الظروف غير المشبعة.

٣- كما أوضحت الدراسة أنه في أى بحث أو تجربة إذا كانت قيم الرطوبة مع الزمن المقاسة في الظروف غير المشبعة هي أحد البيانات التى تشملها النتائج المتحصل عليها فإنه من السهل حساب قيم التوصيل الهيدروليكي المشبع منها للأرض المدروسة بدقة تقارب تماماً تلك المقدرة في الحقل.

كما استخدم كل من (Sallam and El-Gendi 1998) الطرق النووية في تتبع عمق الجذر النشط باستخدام اتجاه حركة الماء الأرضى. حيث كان الهدف من هذه الدراسة هو استخدام الطرق النووية في تقدير نظام التوزيع الرطوبي خلال القطاع الأرضى بقصد تتبع العمق الجذرى النشط للنبات خلال موسم النمو. وهذه الطرق اعتمدت أساساً على تتبع اتجاه حركة الماء الأرضى بتقدير تدرج الجهد الهيدروليكي.

وقد أوضح كل من Sallam and El-Gendi (1998) أن هذه التقنية ساعدت على التحكم في كميات مياه الري المضافة في مراحل النمو المختلفة بغرض توفير المياه وتقليل المياه المتحركة لأسفل تحت العمق الجذري النشط. وفي نفس الوقت ساعدت على تقليل للتأثير الضار لزيادة المياه في عمق الجذور على إنتاج النبات. وقد استخدمت هذه الطريقة كطريقة غير مباشرة لتقدير عمق الجذر النشط ARD لنبات الحمص (جيزة ١) النامي في أرض جيرية (رملية طينية طميية). كما يمكن الاعتماد عليها كطريقة لتقدير العمق الجذري النشط لأي نبات.

وقد دلت النتائج على الآتي:

١- أن عمق الماء المدمص بواسطة جذور النبات والعمق الجذري النشط (ARD) يمكن تقديره في القياسات الحقلية عندما يصبح التدرج في الجهد مساويا للصفر ($dH/dZ=0$).

٢- تم استخدمت ثلاث معادلات لحساب العلاقة بين العمق الجذري النشط ARD وعمر النبات النامي ، وكانت بالنسبة للمعاملة المتلى كما يلي.

$$ARD = 14.597 + 0.400 \times \text{Time (days)} \quad (r=0.92^{**})$$

٣- كذلك أمكن حساب العلاقة بين العمق الجذري النشط ARD وكميات الرطوبة المستنزفة SWD وكانت للمعادلة المتلى كما يلي:

$$ARD = -8.387 + 0.634 \times \text{Time (days)} \quad (r=0.88^{**})$$

٤- أوضحت النتائج أيضا أن العمق الجذري النشط وصل إلى أقصاه عند عمق ٧٥ سم. وعموما وجد أن زيادة الإجهاد الرطوبي يؤدي إلى لزيادة في العمق الجذري النشط.

رابعاً: الإشعاعات الذرية ودراسات استصلاح الأراضي الملحية:

استخدمت النظائر المشعة في محاولة لفهم حركة الأملاح في قطاع الأراضي حيث قام (Balba and Bassiouny (1977 بعمل دراسات على تحرك الأملاح في الأراضي تحت عمليات الغسيل وذلك باستعمال النظائر المشعة وكذلك حساب الصوديوم للذائب عند أعماق مختلفة بعد غسيل أعمدة رمليّة وذلك باستخدام طريقة الاقتفاء الإشعاعي.

وقد تمت هذه الدراسة بتعبئة أعمدة زجاجية بالرمل المفسول المخلوط بمقدار معين من كلورور الصوديوم المعلم بالصوديوم المشع Na^{22} إلى ارتفاع ٦٨ سم ثم أضيف مقادير متتالية من الماء، ومن تقدير الإشعاع على طول العمود الرملي ونسبتها للأصل أمكن تقدير كلورور الصوديوم الموجود عند كل ١ سم من العمود، وبالتالي متابعة حركة الملح بالعمود وأزاحته إلى الخارج.

وقد درست معادلة جاردنر وبروكس (١٩٥٧) واتخذت ثابت قيمة نسبة الاتزان بين تركيز الملح غير المتحرك في العمود إلى الملح المتحرك وهي ما يطلق عليها قيمة B بالمعادلة دليلاً على إمكان تطبيق هذه المعادلة. وقد أتضح بعد إجراء الحساب اللازم ثبات القيمة B للعمود الرملي بصرف النظر عن مقدار الماء المضاف. ومن تطبيق هذه المعادلة أتضح أنه يمكن خفض الأملاح إلى النصف عند عمق معين بإضافة مقدار من الماء يساوي ١ + B مضروباً في الماء المحتجز في الفراغات البينية في تربة العمود حتى هذا العمق أي أنه عن طريق حساب القيمة B يمكن حساب كمية الماء المطلوبة لغسيل الأملاح إلى عمق معين وإلى نسبة معينة من الأملاح الموجودة أصلاً بالتربة.

ولم تتوقف الدراسات الخاصة بحركة الأملاح فى الأرضى عند هذا الحد بل تتابع حيث قام Bassiouny *et al.* (1978) بدراسة الاحتياجات الغسيلية وإعادة توزيع الأملاح فى الأرضى للرملية الملحية وذلك بإستخدام الصوديوم المشع Na^{22} حيث ملئت أعمدة زجاجية بثلاثة أقطار مختلفة من الرمل السليكانتى المملح بكلوريد الصوديوم المعمل بالصوديوم المشع وموزعاً توزيعاً متجانساً بالأعمدة. وبإضافة كميات متتالية من الماء أمكن تتبع ودراسة عمق للتغيير فى تجانس توزيع الأملاح وعلاقة هذا التوزيع بالأقطار المختلفة المستعملة فى الدراسة.

وأنتضح أن الاتجاه العام كان بظهور ثلاث مراحل وأكثر بالنسبة لتجمع الأملاح وتحركها داخل الأعمدة. وقد نوقشت هذه المراحل من ناحية علاقتها بأقطار الحبيبات المستعملة فى التجربة وتركيز الملح الموجود أصلاً على رمل التجربة وعمق تجمع وغسيل الأملاح والإضافات المختلفة من الماء.

وباستعمال معادلة جاردنر وبروكس (1957) أيضاً قدرت الملوحة وحسبت الاحتياجات الغسيلية اللازمة لخفض ملوحة الأعماق المختلفة وقد أمكن تحقيق ذلك وبالتالي أمكن تحديد كفاءة عمليات الغسيل. ومن وجهة النظر العملية يمكن إستخدام النتائج المتحصل عليها كدليل لتقدير الاحتياجات الغسيلية اللازمة للأراضى الملحية إذا كانت هذه الأرضى تحت ظروف مشابهة لتلك التى تمت عليها الدراسة.

وفى تجربة أخرى قام بها Bassiouny *et al.* (1978) لدراسة مدى تأثير قوام الأرض والمحتوى الملحي للماء المستخدم على تحرك الأملاح عند غسيلها. حيث ملحت أعمدة رملية مختلفة فى أحجام حبيباتها

وذات أقطار (أ) ٠,٤ - ٠,٢ مم ، (ب) ٠,٢ - ٠,٠٨ مم ، (ج) ٠,٠٨ - ٠,٠٤ مم بكلوريد الصوديوم المرقم بالصوديوم المشع Na^{22} وغسلت بكميات متزايدة من الماء المحتوى على ٥ ، ١٠ ، ٢٠% كلوريد الصوديوم ، وقد حسب تركيز الصوديوم الموزع على طول العمود وذلك عن طريق تقدير الإشعاع كل ١ سم على طول العمود وذلك قبل الغسيل وبعده. وقد قدر أيضا حجم وتركيز الأملاح في الراشح بعد كل إضافة، وقد أمكن عن طريق هذه التقديرات حساب الميزان الملحي لكل عمود. وجهزت أيضا أعمدة من طمي النيل وملحت وغسلت بالماء.

وقد أوضحت هذه الدراسة أن كفاءة الماء في عملية غسل الأملاح من الأرض تقل بزيادة تركيز الأملاح فيه. وهذا الاتجاه يكون حقيقة خصوصاً عندما تكون كمية المياه محدودة.

استعملت معادلات جاردنر وبروكس في حساب النتائج والقيمة B المتحصل عليها فكانت ٠,٤٥٥ ، ٠,٤٩٨ ، ٠,٥١٨ ، و ٠,٨٣٩ لكل من الأراضي الرملية الثلاث أ ، ب و ج ثم أيضا لطي النيل على التوالي. استخدمت هذه القيم لاستنتاج العلاقة بين النسبة المئوية للملح المتبقى من الأصل والنسبة بين عمق الماء المضاف إلى عمق التربة. وقد أظهرت النتائج أنه لغسيل ٨٠% من الملح الموجود بالتربة ولعمق ١ متر يستعمل ٥٥ ، ٦٥ ، ٩٧ و ٩٠ سم عمق من الماء لكل من الأراضي أ ، ب ، ج ثم لطي النيل على التوالي، وذلك عند حساب القيمة B من المعادلة.

خامساً:الإشعاعات الفرية وعملية التمثيل الضوئى فى النبات:

تمتص النباتات كل العناصر المعدنية اللازمة لنموها من التربة وذلك فيما عدا الأكسجين الذى تمتصه من الهواء الجوى على صورة غاز أو متحد مع الأيدروجين فى صورة ماء وأيضاً الكربون الذى تحصل عليه النباتات الأرضية من ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الهواء الجوى وتحصل عليه النباتات المائية المغمورة من أيونات الكربونات والبيكربونات الذائبة فى المياه التى تنمو فيها.

ولا تحتاج النباتات إلى أكثر من إمدادها بالعناصر المعدنية بالكميات اللازمة لها، وعند توفر الظروف البيئية المناسبة من ضوء وحرارة ورطوبة حتى تنمو طبيعياً وتكمل دورة حياتها، ولذلك تعرف النباتات للخضراء بأنها ذاتية التغذية أى إنها تقوم بنفسها بإعداد المادة العضوية اللازمة لنموها، أما النباتات غير الخضراء والحيوانات فتعرف بأنها غير ذاتية التغذية إذ أنه يلزم لنموها إمدادها بالمواد العضوية المختلفة والتى تحصل عليها من النباتات الخضراء.

ونظراً لأن عملية تحويل ثانى أكسيد الكربون إلى مواد عضوية هى عملية تحتاج إلى طاقة فإن النباتات للخضراء قد أكسبها الله سبحانه وتعالى صفة انفردت بها على سائر الكائنات الحية وهى قدرتها على استعمال الطاقة الضوئية فى عملية تحويل ثانى أكسيد الكربون إلى مادة عضوية وترجع هذه القدرة فى النباتات الخضراء إلى احتوائها على مجموعة من الصبغات القادرة على امتصاص للضوء والتى أهمها صبغات الكلوروفيل التى تكسب للنباتات لونها الأخضر المعروف. ولذلك تسمى هذه العملية بعملية التمثيل الضوئى لأنها تتم على حساب الطاقة الضوئية أو التمثيل الكلوروفيلى، ولأن

الكلوروفيل هو العامل المسئول عن امتصاص الطاقة الضوئية اللازمة لامتصاص العملية.

مما تقدم يتضح أن عملية التمثيل الضوئي يمكن تعريفها بأنها : إنتاج المواد العضوية المحتوية على الكربون بواسطة الخلايا الخضراء فى وجود الضوء من ثانى أكسيد الكربون والماء مع تكوين الأوكسجين كناتج ثانوى للعملية. وتبدأ عملية التمثيل الضوئي بامتصاص الطاقة الضوئية وتحويلها إلى طاقة كيميائية تستخدم فى تثبيت ثانى أكسيد الكربون على صورة مواد عضوية كربونية تتميز بأنها غنية فى الطاقة. وهذه الطاقة يمكن للنبات بعد ذلك أن يطلقها من المواد العضوية المحتوية عليها بواسطة عملية التنفس Respiration ويستخدمها فى العمليات الحيوية المختلفة التى تجرى فى خلاياها كما تستخدمها أيضا الكائنات التى تعتمد على النباتات الخضراء فى تغذيتها.

وهناك بعض الكائنات النباتية غير الخضراء مثل البكتريا يمكنها القيام بتكوين المواد العضوية الكربونية من ثانى أكسيد الكربون وأى مصدر آخر للهيدروجين غير الماء على حساب طاقة كيميائية تنفرد من عمليات الأكسدة التى تقوم بها مثل بكتريا النيتروزوموناس التى تقوم بأكسدة الأمونيا إلى نترت أو بكتريا النيتروباكتر التى تؤكسد النيتريت إلى نترات ثم تستخدم كل منها طاقة الأكسدة الناتجة فى تكوين المواد العضوية الكربونية، ولذلك يطلق على هذه العملية عملية التمثيل الكيميائى، ولا تقتصر عملية التمثيل الضوئي على النباتات الخضراء الراقية بل تقوم بها كل النباتات الخضراء من طحالب وبكتريا وغيرها وفى الواقع أن حوالى ١٠% من المواد العضوية الكربونية

المتكونة من التمثيل الضوئي تقوم بها الطحالب الخضراء. ويمكن تلخيص عملية التخليق الضوئي في التفاعل الآتي:



وقد ثبت علمياً أن النظائر المشعة كان لها أثر فعال في فهم عملية التمثيل الضوئي. حيث أمكن بفضل الدراسات والبحوث من إنتاج الكربون المشع C^{14} ويمتاز الكربون المشع بأن النبات لا يفرق بينه وبين الكربون العادي C^{12} فهو يمتص بنفس الكمية وبنفس الكيفية. وعلى هذا الأساس قام العديد من العلماء بإضافة الكربون المشع في صورة ثاني أكسيد الكربون وعند تعرضه للنبات فإنه يمتصه وينتج عن ذلك أن مختلف المواد الكربوهيدراتية تتحوّل في تركيبها على الكربون المشع بدلاً من الكربون العادي، وبهذه الطريقة أمكن تتبع سير وحركة الكربون في جسم النبات وتتبع مسيرته من الأوراق إلى السوق والجذور. وبالاختصار أمكن إقضاء أثر الكربون المشع في مختلف أجزاء النبات، ودراسة هذه العملية دراسة تفصيلية دقيقة، وتتبع مصير هذه المركبات المعقّدة من مبدأ تكوينها في الأوراق حتى اختزانها في السوق أو الجذور أو الثمار أو الدرنات. ومن هذه الدراسات أمكن التوصل إلى فهم العوامل التي تؤثر على إنتاجية الحاصلات الزراعية.

سادساً: الإشعاعات الفيزية والعمليات الفسيولوجية والحيوية في الحيوان:

كان للكربون المشع الذي حصل عليه النبات عن طريق ثاني أكسيد الكربون بالغ الأهمية في فهم العديد من الظواهر والتفاعلات الفسيولوجية والحيوية في كل من النبات والحيوان. حيث أمكن تتبعه في جسم النبات وأيضا أمكن تتبعه أثناء تغذية الحيوان على المركبات الداخلة في تركيب هذا

النبات وصولاً إلى الجهاز الهضمي للحيوان ثم إلى الجهاز الدورى ثم العضلات والعظام وبهذه الطريقة تمكن العلماء من فهم العديد من الظواهر والتفاعلات الكيموحيوية داخل كل من النبات والحيوان مما أحدث ثورة هائلة فى زيادة المنتجات الزراعية سواء من الإنتاج النباتى أو من الإنتاج الحيوانى. كما أوضحت نتائج العديد من الدراسات التى إستخدم فيها النظائر المشعة أن المكونات الأساسية لأجسام الحيوانات المختلفة وحتى التى تدخل فى تركيب جسم الإنسان تعتبر فى حالة تغير مستمر ودائم، وأن هذا التغير يؤدى إلى تغيير جميع مكونات الجسم فى مدى ١٢ شهراً، بمعنى أن جسم الحيوان أو الإنسان يتغير تغيراً كاملاً كل عام.

فقد أثبتت نتائج الدراسات والبحوث أن بروتين الطعام عندما يتناوله الإنسان أو الحيوان يتجه أولاً لإستخدامه فى تكوين مختلف الأنسجة والعضلات وكذا الأعصاب، وأكدت نتائج الدراسات أن البروتين القديم هو الذى يتعرض لعمليات الأكسدة والهدم وما يتبعها من استهلاكه وإفراز البعض منه خارج الجسم.

وكذلك الحال بالنسبة للمواد الدهنية فإنها لا تستهلك مباشرة فى الجسم لإنتاج الطاقة اللازمة للإنسان أو الحيوان وإنما تترسب فى الأنسجة الدهنية المختلفة بالجسم، ولا يتعرض للهدم والأكسدة والتحول إلى الطاقة سوى المواد الدهنية القديمة. وقد ثبت من لدراسات الذرية أن الشئ الوحيد الذى لا يتغير فى جسم الإنسان أو الحيوان هو الحديد الذى يدخل فى تركيب كرات الدم الحمراء.

وقد نُفذت بعض البحوث على الدواجن حيث تم تغذية بعض أنواع الدجاج بأعلاف يدخل فى تركيبها بعض النظائر المشعة. ودرس تأثير هذه

الأعلاف المختلفة على إنتاج البيض. فقد أوضحت النتائج أن البيض الذى ينتجه الدجاج يومياً ليس ناتجاً مما تناوله الدجاج فى نفس اليوم أو فى اليوم السابق له. وإنما نتج من مواد الأعلاف التى تغذى عليها الدجاج منذ أكثر من ٣٠ يوماً مضت قبل وضع البيض. فالمواد البروتينية التى فى جسم الببضة كانت بروتيناً ممثلاً فى جسم الدبابة أولاً قبل أن تنتقل منه إلى مكونات الببضة. وقد أثبتت نتائج الدراسات أن قشرة الببضة تختلف تمام الاختلاف فى هذا الشأن عن باقى مكوناتها. حيث أن مكونات الببضة الأساسية لا تؤخذ من الأعلاف الحديثة مباشرة إلا أن قشرة الببضة تؤخذ من الكالسيوم الذى غذى به الدجاج فى نفس اليوم.

ومما سبق عرضه وسرده فى هذا الباب يتضح أهمية النظائر المشعة فى تقدم العلوم للزراعية وتفهم العديد من العمليات الكيميائية والفسيولوجية والحيوية داخل الكائنات الحية وهى عمليات غاية فى التعقيد إلا أن إستخدام العناصر المشعة من الكربون والكالسيوم والصوديوم والفوسفور والنيتروجين يسر على الباحثين فهم هذه الموضوعات وبالتالى حدثت طفرة كبيرة فى التقدم العلمى والذى أثر بالتبعية على مستويات التقدم التكنى الذى يشهده القرن الحالى.

الباب الثالث

الإشعاعات الذرية وإنتاجية المحاصيل الزراعية

- أشعة جاما والطفرات المستحثة فى فول الصويا
- أشعة جاما وتحمل بذور عباد الشمس للملوحة
- تأثير أشعة جاما على محصول الحمص
- تأثير الإشعاعات الذرية على الفول السودانى
- تأثير الإشعاع على السمسم والفول السودانى
- تأثير أشعة جاما على القرطم
- تأثير أشعة جاما على نبات طماطم الزهور المستديرة
- أشعة جاما وإصابة عباد الشمس بالنيماتودا
- تأثير أشعة جاما على فول الماتج
- طفرات عالية لمحصول الأرز بأشعة جاما
- استحداث تبانين فى القطن المصر باستخدام أشعة جاما
- تأثير أشعة جاما على نبات القطيفة النامى بمرض ملحية
- الإشعاعات الذرية ومقاومة الآفات للزراعية
- مقاومة الآفات الحشرية باستخدام الإشعاعات الذرية
- تأثير أشعة جاما على حشرة خنفساء البقول
- استخدام الإشعاع فى مقاومة آفات المخازن
- دراسة تأثير مبيدات الحشرات باستخدام الإشعاعات

الباب الثالث

الإشعاعات الذرية وإنتاجية المحاصيل الزراعية

يعتبر الإنتاج النباتي أحد الدعائم الرئيسية للإنتاج الزراعي، وقد أثبتت التجارب العديدة التي نفذت في ميدان الإنتاج النباتي والتي استخدمت فيها الإشعاعات الذرية الناتجة من النظائر المشعة على العديد من المحاصيل وجود تأثيرات هامة منها النافع والمفيد ومنها ما يسبب أضراراً للنباتات التي تتعرض لمثل هذه الإشعاعات والتي يمكن توضيحها في السياق التالي:

حيث قام الباحثون بمحطة بحوث جيبورف القريبة من مدينة موسكو بتنفيذ بحثاً تُرس فيه مدى تأثير الإشعاعات الذرية على نباتات الكرنب التي عرضت بنورها للإشعاعات الذرية قبل زراعتها. ثم قام الباحثون بهذه المحطة بمراقبة ومتابعة نمو نباتات الكرنب الناتجة من هذه البذور والتي تم تعريضها للإشعاع الذري. ولقد كانت نتيجة هذه المعاملة مفاجئة حيث لوحظ أن رؤوس نباتات الكرنب التي تم تعريض بنورها للإشعاع نضجت قبل رؤوس نباتات الكرنب التي لم تتعرض بنورها للإشعاعات الذرية بمدة تراوحت ما بين ٨ - ٩ أيام. وعلى هذا استدل العلماء من هذا البحث على إمكان ارتفاع الإنتاج النباتي من الإشعاعات الناتجة من المولد ذات النشاط الإشعاعي.

وتبع ذلك أن تم بالفعل إجراء العديد من التجارب التي تُرس فيها مدى تأثير تعريض عدد كبير من بذور محاصيل الحبوب والخضراوات والفواكه للإشعاعات الذرية الناتجة من النظائر المشعة. وقد جاء الكثير منها

بنتائج مبشرة توضح إمكانية الانتفاع بمتخلفات الطاقة الذرية من إشعاعات مختلفة.

ومن التجارب التى لفتت الأنظار أيضاً فى هذا الشأن الدراسات الذرية التى أجريت على محصول الذرة، فقد تبين أن تعريض هذا المحصول لإشعاعات الذرية الناتجة من عنصر الكوبالت المشع بكميات ضئيلة أدى إلى زيادة النمو الخضرى بمقدار ١٥% عن تلك النباتات التى زرعت فى نفس التجربة، والتى لم تتعرض للإشعاعات للذرية، هذا وقد وجد فى نفس الوقت أن عيدان الذرة التى تعرضت للإشعاعات الذرية كانت تحمل أربعة أو خمسة كيزان من الذرة بينما تراوح عدد الكيزان على عيدان الذرة التى لم تتعرض للإشعاعات ما بين ٢ - ٣ كيزان فقط.

ومن التجارب التى لفتت أنظار الباحثين أيضاً أنه أمكن زيادة محصول الجزر بنسبة ٢٥% وذلك نتيجة لتعريض بذوره قبل زراعتها إلى الإشعاعات الذرية. كما أن علماء الزراعة فى الولايات المتحدة الأمريكية تمكنوا من زيادة نسبة السكر فى محصول بنجر السكر وذلك بتعرضه للإشعاعات الذرية.

وتتابعت الدراسات والبحوث فى هذا الشأن لتوضح وتثبت نتائجها أن غمس البذور قبل زراعتها فى محلول يحتوى على بعض العناصر المغذية للنبات ذات النشاط الإشعاعى ثم زراعتها يؤدى إلى إسراع إنبات تلك البذور. كما لوحظ أن نمو النباتات التى غمست بذورها فى هذا المحلول كانت أقوى وذلك بمقارنتها بالنباتات التى لم تجرى عليها هذه المعاملة. فضلاً عن تقليل دورة حياتها بعد ذلك. هذا وقد أوضح الشواربى (١٩٦١) بأنه أجرى بعض الدراسات من هذا النوع وذلك بقسم الكيمياء بجامعة فورد هام.

حيث قام بتحضير بعض المحاليل المغذية والتي زودت بالفوسفور المشع P^{32} ، ثم غمست فيها بذور القطن، ثم أخذت بعد ذلك وزرعت فى حدائق نيويورك النباتية فى صوبة زجاجية نظراً لبرودة الجو هناك، وقد قصد بذلك أن يوفر للبذور نفس الجو الذى تنمو فيه عادة فى مناطق إنتاج القطن فى العالم. ولقد أوضحت النتائج التى تم التحصل عليها أن سرعة إنبات تلك البذور كانت عالية، وتميزت معدلات نمو المحصول بعد ذلك. وبهذا تمكن الباحث من توفير مدة تراوحت بين ٧ - ١٥ يوماً من عمر النبات.

أشعة جاما والطفرات المستحثة فى فول الصويا:

سبق وأن أوضحنا فى الأبواب السابقة من هذا الإصدار أن أشعة جاما تمثل إحدى الإشعاعات الذرية التى تنطلق من النظائر المشعة وقد استخدمت هذه النوعية من الإشعاعات فى العديد من الدراسات والبحوث الزراعية حيث قام El-Shouny *et al.* (1986) بتعريض البذور للجافة لصنف فول الصويا " رانسوم" لجرعات ٥ ، ١٠ ، ١٥ ، ٢٠ ، ٣٠ و ٤٠ كيلو راد من أشعة جاما وقد قدرت نسبة الطفرات فى الجيل الإشعاعى الثالث وفى الجيل الرابع تم تقييم الطرز الطفرية الناتجة للصفات الزراعية الهامة لمحصول فول الصويا. وقد أوضحت النتائج الآتى:

١- أن نسبة الطفرات فى الجيل الإشعاعى الثالث كانت ٩،٠٢ ، ١١،٧٦ ، ١٢،٥٥ و ١١،٨٦ % للجرعات الإشعاعية ٥ ، ١٠ ، ١٥ و ٢٠ كيلو راد

على الترتيب وكانت الطرز الطفرية الناتجة هي:

١- نباتات تكون عقداً جذرية (بدون التلقيح بالـ *Rhizobium*).

٢- نباتات منقزمة.

٣- نباتات غير محددة النمو.

٤- نباتات مبكرة للنضج ذات زغب رمادى اللون.

٥- نباتات مبكرة النضج ذات زغب بنى اللون.

٦- نباتات ذات أزهار بيضاء.

٧- نباتات عالية المحصول.

٢- تميزت الطرز ذات الزغب البنى بمحتوى أعلى من الزيت والبروتين بالبذرة وبمحصول من البذرة يعادل محصول الأب الذى لم يعامل بالإشعاع.

٣- تتميز بعض الطرز الأخرى بصفات خاصة يمكن الاستفادة بها فى تحسين فول الصويا وكذلك فى الدراسات الوراثية.

أشعة جاما وتحمل بذور عباد الشمس للملوحة أثناء الإنبات:

درس كل من El-Mohandes and Amer (1986) تحمل بذور عباد الشمس صنف مياك أثناء الإنبات للملوحة وعلاقة ذلك بكل من درجة الحرارة والمعاملة بأشعة جاما، حيث اشتملت الدراسة على ٥٠ معاملة وهى عبارة عن التوافيق بين درجتين حرارة : ٢٠°م و ٣٠°م وخمس مستويات ملوحة : صفر ، ٣٠٠٠ ، ٦٠٠٠ ، ٩٠٠٠ و ١٥٠٠٠ جزء فى المليون على صورة كلوريد صوديوم. وخمس جرعات من أشعة جاما: صفر ، ١٠ ، ٣٠ ، ٥٠ و ١٠٠ كيلو راد. وقد أظهرت النتائج الآتى:

١- أن نسبة الإنبات كانت أفضل (٩٠,٨٠%) عند درجة الحرارة المنخفضة (٢٠°م) عنها عند درجة الحرارة المرتفعة (٣٠°م) حيث كانت (٧٥,١٠%).

٢- تناقصت نسبة الإنبات بزيادة الملوحة عند درجة الحرارة المرتفعة بينما حدث العكس عند درجة الحرارة المنخفضة أى أنه يمكن لبذور عباد

للشمس تحمل الملوحة أثناء الإنبات في درجات الحرارة المنخفضة عنها في الدرجات المرتفعة.

٣- أن استعمال بذور معاملة بـ ١٠٠ كيلو راد من أشعة جاما أدى إلى زيادة نسبة الإنبات في درجة الحرارة المنخفضة ونقصها في درجة الحرارة المرتفعة.

٤- أن المستويات المنخفضة من كل من الملوحة (٣٠٠٠ جزء في المليون) والإشعاع (١٠ كيلو راد) لها تأثير منشط على الإنبات إلا أن تأثيرها ينعكس بزيادة الجرعات عن ذلك.

٥- أن الريشة كانت أطول عند درجة الحرارة العالية بينما تناقصت تدريجياً بزيادة تركيز الملوحة أو جرعات الإشعاع عند درجتى الحرارة وقد لوحظ نفس الاتجاه بالنسبة لطول الجنير الذى لم يتأثر بدرجة الحرارة. هذا ولم يتأثر الوزن الجاف للبادرة بكل العوامل المدروسة.

تأثير أشعة جاما على محصول الحمص:

وعن تأثير المعاملة بأشعة جاما ومادة إيثايل ميثان سلفونات والخلط بينهما على محصول الحمص فقد قام (Abdalla et al. (1986 بمعاملة بذور أربع أصناف من الحمص بثلاث جرعات لكل من أشعة جاما، مادة إيثايل ميثان سلفونات والخلط بينهما وذلك بهدف استحداث تباين عالى داخل هذه الأصناف لزيادة إنتاجيتها عن طريق الانتخاب من خلال هذا التباين. هذا ولقد زرعت الأجيال الأولى والثانية والثالثة خلال الفترة من ١٩٨٠ - ١٩٨٣ وذلك فى الحقل التجريبي لمؤسسة الطاقة النووية بانشاص. وقد أوضحت النتائج الآتى:

١- حدث تباين للأصناف فيما بينها من حيث قدرتها على الاستجابة للجرعات المنخفضة سواء من أشعة جاما أو مادة الإيثايل ميثان سلفونات.

٢- تأثرت الأصناف الأربعة بالتركيز العالي لمادة الإيثايل ميثان سلفونات (٠,١%) وكل المعاملات المشتركة معها من أشعة جاما، حيث أدت إلى انخفاض ملحوظ في صفات المحصول ومكوناته فيما عدا معدل البذرة.

٣- أوضح التباين المستحدث في الأصناف الأربعة إمكانية تواجد طفرات مفيدة باستحداث تباين يمثل هذه البرامج.

وعن أثر الانتخاب في عشائر الجيل الثاني المستحدثة بالطفرات في أربع أصناف من الحمص والتي عوملت بنفس المعاملات السابقة فقد قام Abdalla et al. (1986) بعمل انتخاب لأعلى ٥ نباتات تحمل قرون لكل معاملة من المعاملات المطفرة (تمثل ١٠% شدة انتخاب) وتم تقييم هذه المنتخبات لنباتات الجيل الثالث في موسم ١٩٨٢ / ١٩٨٣. وقد أظهرت النتائج أن للانتخاب (بحوالى ١٠% شدة انتخاب) فاعلية في جميع المعاملات وبوجود اختلاف بين عشائر الأصناف كما تعتبر العشائر المعاملة بجرعات ٢٥٠٠ راد ، ٠,٠٢٥% مادة إيثايل ميثان سلفونات والمعاملة المشتركة بينهما أفضل العشائر من حيث زيادة قاعدتها الوراثية بالمقارنة بالمطفرات الأخرى وبالتالي زيادة فرصة الانتخاب في نباتات تلك العشائر. كما أن الانتخاب في نواتج معاملات المطفرات التي تزيد متوسطات صفاتها عن المقارنة أكثر فاعلية عن تلك التي تقل متوسطات صفاتها عن المقارنة.

تأثير الإشعاعات الذرية على الفول السوداني:

وعن تأثير معاملات تشعيع البذور والرى بمياه مالحة على النمو والمحتوى العنصرى لنبات الفول السودانى فقد قام Ragab et al. (1986) بدراسة أثر العوامل المتداخلة لكل من تشعيع بذور الفول السودانى وكذلك معاملات الرى بمياه مالحة على النمو والمحتوى العنصرى والمتمثل فى عناصر الصوديوم ، الكالسيوم، للمغنسيوم، الكلور، الحديد، الزنك و النحاس وكانت التركيزات الملحية لملاح كلوريد الصوديوم المستخدمة : صفر ، ٢٤ ، ٤٨ و ٩٦ ملليمكافى / لتر. وجرعات التشعيع: صفر ، ٥ ، ١٠ ، ٢٠ ، ٤٠ ، ٨٠ ، ١٦٠ و ٣٢٠ جراى. وقد أوضحت النتائج الآتى:

١- سببت الملوحة تقييداً للنمو من خلال انخفاض تراكم المادة الجافة حيث بلغت ٧٥% تحت مستوى ٢٤ ملليمكافى / لتر بالمقارنة بالمعالجة القياسية.

٢- أدى الرى بمياه مالحة إلى تراكم عناصر الكلور والصوديوم بالأنسجة النباتية وكان تراكم الكلور يفوق مثيله الصوديوم.

٣- انخفض تراكم العناصر الأساسية الضرورية مثل البوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم وفسرت حساسية النباتات للرى بمياه مالحة إلى تراكم المواد السامة وكذلك إلى انخفاض المحتوى من العناصر الضرورية.

٤- أدت المعاملة الإشعاعية بمفردها إلى تأثيرات معاكسة للنمو وعلى الرغم من ذلك سببت المعاملات المختلطة (تشعيع ثم رى بمياه مالحة) إلى زيادة إنتاج المادة الجافة بدرجة تفوق مثيلاتها والتي رويست بمياه مالحة فقط ولم تعامل بالإشعاع.

٥- أظهرت المعاملات الإشعاعية حتى جرعة ٨٠ جرای والرّی بمياه مالحة بمستويات منخفضة تقوفاً عن باقي المعاملات مما يمكن اعتبارها من أفضل التوليفات.

٦- سببت المعاملات الإشعاعية فقط أو الإشعاعية ثم الرّی بمياه مالحة إلى تراكم عناصر البوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم بأنسجة النباتات المعالجة بمياه فقط.

٧- أظهر محتوى النباتات للعناصر الدقيقة تأثيراً بالغاً لكل من المعاملات الإشعاعية وكذلك الملحية.

تأثير الإشعاع على السمسم والفول السوداني تحت نظام التحميل:
نفذ هذه الدراسة *El-Khawaga et al. (1992)* حيث أقيمت تجربتان حلقيتان خلال موسمی ١٩٨٨ ، ١٩٨٩ بمحافظة الشرقية لدراسة دور الاشعاع بجرعات صفر ، ١٠ ، ٢٠ ، و ٤٠ جرای على كل من السمسم والفول السوداني تحت نظام تحميل واحد (٣ : ٣). وقد أوضحت أهم النتائج التي تم التحصل عليها الآتی:

١- تأثرت كل من الصفات التالية: المادة الجافة للأوراق، السيقان والنبات الكامل، مساحة الأوراق، لیل مساحة الأوراق، الوزن النوعی للأوراق، معدل النمو النسبی، معدل النمو للمحصول والجهد التمثیلی النسبی للنبات تأثيراً معنوياً بإستخدام الجرعة ٢٠ جرای.

٢- تأثر كل من المحصول ومكوناته تأثيراً معنوياً بإستخدام نفس الجرعة وكان لذلك تأثير على محصول الزيت والبروتين.

٣- تأثرت أيضاً جميع مقاييس التناض باستخدام نفس الجرعة الإشعاعية مثل العدوائية، المكافئ الأرضي، معامل الحشد النسبي، نسبة التناض ونسبة المكافئ الأرضي بالنسبة للزمن.

٤- أظهر التفاعل بين الإشعاع والتحميل تأثيراً معنوياً على بعض الصفات المدروسة مثل الوزن الجاف للأوراق والسيقان ومساحة الأوراق والوزن النوعي للورقة والجهد التمثيلي للنسبي لنبات السمسم.

٥- كذلك الجهد التمثيلي النسبي للقول السوداني، عدد الثمار للسمسم والقول السوداني وعدد الثمار التي تحتوى على بذرة وبذرتين فى القول السوداني، كما كان هناك تأثيراً معنوياً على محصول البذرة للقول السوداني ومحصول البروتين للذئان لكل من السمسم والقول السوداني، وقد أعزى ذلك إلى تحسين الإشعاع لبعض صفات النبات والتي استفاد منها النبات فى رفع كفاءة الاستفادة من عوامل البيئة نتيجة للتحميل والتي انعكست على حالة النبات والمحصول.

تأثير أشعة جاما على القرطم:

وعن الطفرات المستحدثة باستعمال أشعة جاما فى القرطم وتقييم بعض الصفات الزراعية للطفرات فى الجيل الثالث قام Ragab and Abo-Megazi (1986) بعمل برنامج تربية لتحسين القرطم باستخدام الإشعاع والطفرات. وقد أمكن انتخاب إحدى عشر طفرة من الجيل الثانى الإشعاعى وذلك بعد تشيع بنور الصنف جيزة ١ بجرعات ١٠ ، ٢٠ ، ٣٠ ، ٤٠ ، ٥٠ و ٦٠ كيلو راد من أشعة جاما بمعدل ٩٧,٥ راد / ث. وفى الجيل الثالث أجريت تجربة حقلية بهدف تقييم ومقارنة الطفرات المنتخبة بالصنف المحلى جيزة ١.

ولشمارت، النتائج إلى الآتي:

- ١- زيادة محصول البنور / نبات لمعظم الطفرات زيادة معنوية عما فى صنف المقارنة جيزة ١.
- ٢- أتضح أن معظم الطفرات المرتفعة المحصول كانت أيضا مرتفعة فى عدد النورات للنبات، قطر النوره وعدد الأفرع للنبات.
- ٣- أن بعض الطفرات تميزت بانخفاض عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور أول زهرة (تذكير) عن صنف المقارنة جيزة ١.
- ٤- أظهرت دراسة التباين فى الصفات المدروسة وجود فروق واضحة بين نباتات الطفرات ونباتات الصنف جيزة ١.

تأثير أشعة جاما على نبات طماطم الزهور المستديرة:

- درس (1992) Abdel-Maksoud مدى تأثير أشعة جاما على نباتات طماطم الزهور المستديرة حيث عرضت البنور الجافة إلى جرعات صفر ، ٥ ، ١٠ ، ٢٠ و ٢٥ كيلو راد من أشعة جاما الصادرة من الكوبالت ٦٠ وقد كررت التجربة فى موسمين متتاليين وقد أوضحت النتائج الآتي:
- ١- لوحظ فى الجيل الإشعاعى الأول للموسم الأول أن الجرعات ٢٠ و ٢٥ كيلو راد قد تسببتا فى نسبة موت ١٠٠% للبادرات بينما أدت الجرعة ١٥ كيلو راد إلى تزهير مبكر ونقص فى حجم الثمرة.
 - ٢- بالنسبة للجيل الإشعاعى الأول فى الموسم الثانى فقد أدت الجرعة المنخفضة ٥ كيلو راد إلى زيادة كل من نسبة الإنبات ونسبة البقاء وارتفاع النباتات والتفرع ومساحة ووزن الأوراق وإلى تذكير الإزهار وزيادة عدد وحجم ووزن الثمار.

٣- أدت الجرعة ١٠ كيلو راد إلى زيادة نسبة الإنبات وتشابهت مع الجرعة ١٥ كيلو راد فى تعجيل الإزهار ونقص عدد الثمار.

٤- أدت الجرعة ١٥ كيلو راد إلى نقص فى ارتفاع النبات وحجم الثمرة.

٥- كان للجرعتان ٢٠ و ٢٥ كيلو راد تأثيراً مثبطاً على نسبة البقاء وارتفاع النبات والتفرع وعدد وحجم ووزن الثمار إضافة إلى نقص مساحة الأوراق ووزنها.

٦- أدت الجرعة ١٠ كيلو راد إلى حدوث طفرات متقزمة فى الجيل الإشتعاعى الأول بينما تسببت الجرعات المختلفة فى ظهور تغيرات فى أشكال الأوراق والثمار خلال الموسمين.

تأثير المعاملة بأشعة جاما لبذور نباتات عباد الشمس على نمو نباتات عباد الشمس وقابليتها للإصابة بنيماتودا تعقد الجنور.

درس (El-Saedy et al. (1995 تأثير المعاملة بأشعة جاما بالجرعات صفر ، ٠.١ ، ٠.٢ ، ٠.٣ وحدة إشعاع كيلو جراى لبذور نباتات عباد الشمس صنفى هاى سن Hysun ومياك Mayak على نمو النباتات وقابليتها للإصابة بنيماتودا تعقد الجنور M. incognita وقد أجريت للتجربتان فى الصوبة على شكل قطع منشقة مثلت فيها نباتات الآباء ونباتات الجيل الأول بالقطع الرئيسية main plot والعدوى بالنيماتودا الـ sub-plot والمعاملة بلاشتعاع الـ Sub - subplot.

وقد أوضحت نتائج التجربة الأولى على الصنف هاى سن الآتى:

١- أن الوزن الطازج للجنور والمجموع الخضرى وأعداد العقد الجنرية النيماتودية وكذلك أعداد أكياس بيض النيماتودا قد زاد زيادة معنوية فى

نباتات الجيل الأول M\ population مقارنة بنباتات الأباء. ولم توجد فروق معنوية بين النباتات نتيجة للإصابة النيماتودية مقارنة بنباتات الكنترول.

٢- أظهرت نتائج المعاملة بالإشعاع أنها تسبب خفصاً معنوياً للوزن الطازج والجاف للجذور والمجموع الخضري مقارنة بالنباتات غير المعاملة بالإشعاع.

٣- لم تؤثر المعاملة بالإشعاع على أعداد العقد النيماتودية معنوياً فأن المعاملة بالجرعات ٠,١ ، ٠,٢ و ٠,٣ وحدة إشعاع كيلو جراى سببت زيادة أعداد أكياس البيض النيماتودي معنوياً مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

وقد أوضحت نتائج التجربة لثقية على الصنف ميك:

١- عدم وجود أى فروق معنوية بين نباتات الأباء ونباتات الجيل الأول. وقد أتضح أنه لم توجد فروق معنوية بين النباتات نتيجة للإصابة بالنيماتودا مقارنة بالنباتات الكنترول.

٢- أظهرت نتائج عامل الإشعاع حدوث انخفاض معنوى فى الوزن الطازج والجاف للجذور وذلك للمعاملات ٠,١ ، ٠,٢ و ٠,٣ وحدة إشعاع كيلو جراى وكذلك فى الوزن الجاف مقارنة بالكنترول. وعلى العكس زاد الوزن الرطب للمجموع الخضري معنوياً عند المعاملة بـ ٠,١ وحدة إشعاع كيلو جراى مقارنة بالمعاملات صفر ، ٠,٢ و ٠,٣ وحدة إشعاع.

٣- زادت أعداد أكياس البيض نتيجة للمعاملة بـ ٠,١ ، ٠,٢ و ٠,٣ وحدة إشعاع كيلو جراى مقارنة بالنباتات غير المعاملة بالإشعاع.

وعن أثر التشيع بأشعة جاما على تحمل أجنة صنفين من عباد الشمس للملوحة والجفاف فقد قام كل من (1994) Alissa and Nawar بدراسة تأثير أربعة جرعات من أشعة جاما: صفر ، ١٠ ، ٢٠ ، و ٣٠ كيلو راد على قدرة أجنة صنفين من عباد الشمس عمر ١٠ أيام ، هاى من ومياك على إنتاج نباتات كاملة معملياً تحت أربعة مستويات من الإجهاد الملحي: ١٠ ، ١٥ ، ٢٠ ، ٣٠ جرام كلوريد صوديوم / لتر وأربعة مستويات من الجفاف: ٢٠ ، ٤٠ ، ٦٠ ، ٨٠ جرام مانيترول / لتر بإستخدام بيئة MS مضافاً إليها ٠,٥ ملليجرام / لتر من كل من BAP , NAA.

وقد أوضحت النتائج الآتى:

١- كانت استجابة صنفى عباد الشمس متماثلة لجرعات أشعة جاما وكذلك لمستويات الإجهاد الملحي والرطوبى.

٢- أدى التشيع بجرعات ١٠ و ٣٠ كيلو راد إلى زيادة أعداد النباتات الناتجة مقارنة بالمعاملة بدون إشعاع والتشيع بجرعة ٢٠ كيلو راد عند كل مستويات الملوحة والجفاف المستخدمة فى الدراسة.

٣- أعزى التأثير المنشط للجرعات المنخفضة من الإشعاع وتأثير الجرعات العالية من الإشعاع على إحداث الطفرات.

٤- أوضحت النتائج أن زيادة مستوى الإجهاد الملحي أو الجفاف أدى إلى نقص حاد فى عدد النباتات الناتجة من الأجنة المختبرة.

ومن النتائج التى تم التحصل عليها من هذه الدراسة يمكن مساعدة مربى محصول عباد الشمس فى استنباط أصناف يمكنها تحمل ظروف الإجهاد البيئى بإستخدام تقنيات زراعة الأنسجة.

تأثير أشعة جاما على الصفات المختلفة لطرزين وراثين من فول المنج للأجيال الأول والثاني والثالث.

أجرى منصور (٢٠٠٠) هذه الدراسة حيث عرضت للبذور الجافة لطرزين وراثين من فول المنج هم VC2010 والأخر الصنف Kawmy لجرعتين من أشعة جاما هما ١٥ و ٣٠ كيلو رونتجن بالإضافة للمعاملة التي بدون إشعاع (الكنترول). زرع الجيل الأول والثاني والثالث بعد المعاملة بالإشعاع بمحطة بحوث زرزورة بمحافظة البحيرة وللتابعة لمركز البحوث الزراعية في المواسم الصيفية ١٩٩٧-١٩٩٨-١٩٩٩ على التوالي وذلك في تجربة صممت في قطاعات منشقة مرة واحدة في أربع مكررات بحيث شملت القطع الرئيسية على الطرز الوراثية ووزعت الجرعات الإشعاعية: صفر ، ١٥ ، ٣٠ كيلو رونتجن على القطع لشقية.

أوضحت النتائج الخاصة بالجيل الأول بعد الإشعاع الآتي:

١- انخفاض معدل الانقسام للخلايا الميرستيمية للقم النامية لجذور البادرات النامية من البذور المعاملة بالإشعاع مع زيادة نسبة الحالات الكروموسومية الشاذة وكان هذا التأثير يزداد بزيادة جرعة الإشعاع في كلا الطرازين الوراثيين وكان ذلك معنوياً بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة.

٢- انخفضت الصفات الآتية لانخفاضاً معنوياً في كلا الطرازين السوراثيين: نسبة الإنبات، طول النبات عند النضج، عدد الفروع للنبات الواحد وذلك بعد ١٠٠ يوم من الزراعة.

٣- لوحظ أن عدد القرون الناضجة للنبات الواحد زادت مع زيادة جرعة الإشعاع للطرز الوراثة VC 2010 ولكن انخفضت هذه الصفة للطرز الوراثة Kawmy وكان هذا الانخفاض معنوياً.

٤- بالنسبة لصفة وزن المائة بذرة للطرز الوراثي VC2010 في المعاملة ١٥ كيلو رونتجن كانت أقل من الكنترول (غير المعامل) وكانت هذه الزيادة معنوية ولكن انخفضت في باقى المعاملات لكلا الطرازين الوراثيين.

٥- زاد وزن بنور النبات الواحد مع زيادة الجرعة الإشعاعية للطرز الوراثي VC 2010 وكانت الزيادة معنوية ولكنها انخفضت للطرز الوراثي Kawmy لكلا الجرعتين الإشعاعيتين.

٦- زاد محصول الفدان للطرز الوراثي VC 2010 مع زيادة جرعة الإشعاع ولكن انخفض محصول الفدان للطرز Kawmy مع زيادة جرعة الإشعاع.

وقد أوضحت نتائج الجيل الثانى الآتى:

٧- انخفضت الصفات الآتية انخفاضاً معنوياً بزيادة الجرعة الإشعاعية: نسبة الإنبات، طول النبات، عدد الفروع للنبات الواحد، عدد القرون غير الناضجة للنبات الواحد لكلا الطرازين الوراثيين، وقد لوحظ أن الانخفاض كان أقل حدة من الجيل الأول.

٨- أوضحت النتائج المتحصل عليها زيادة عدد القرون الناضجة للطرز الوراثي VC 2010 مع زيادة الجرعة الإشعاعية ولكن حدث عكس ذلك للطرز الوراثي Kawmy.

٩- لم يظهر الطراز الوراثي VC 2010 أى فروق معنوية بين المعاملتين ١٠، ٣٠ كيلو رونتجن بالنسبة لوزن مائة بذرة وكان الانخفاض معنوياً للطرز الوراثي Kawmy في المعاملة ٣٠ كيلو رونتجن.

١٠- كانت الزيادة معنوية للطرارز الوراثي VC 2010 مع زيادة جرعة الإشعاع بالنسبة لمحصول النبات الواحد بينما انخفضت هذه الصفة انخفاضاً معنوياً للطرارز الوراثي Kawmy.

١١- زاد محصول الفدان للطرارز الوراثي VC 2010 عن الكنترول وأنه لا توجد فروق معنوية بين الجرعتين ١٥ و ٣٠ كيلو رونتجن بينما انخفضت هذه الصفة للطرارز Kawmy مع زيادة جرعة الإشعاع.

وقد أوضحت نتائج الجيل الثالث الآتي:

١٢- لوحظ أن الجيل الثالث أخذ اتجاه الجيل الثاني في معظم الصفات تحت الدراسة، ولكن بالنسبة لصفة محصول النبات الواحد فوجد أن الجرعة ١٥ كيلو رونتجن للطرارز الوراثي VC 2010 أعطت أعلى محصول وكانت الزيادة معنوية ولكن المعاملة ٣٠ كيلو رونتجن كانت الزيادة غير معنوية. وكان سلوك هذه الصفة للطرارز الوراثي Kawmy على العكس حيث انخفض وزن محصول النبات الواحد انخفاضاً معنوياً وكان نفس الاتجاه بالنسبة لمحصول الفدان.

١٣- ومن دراسة النتائج للأجيال الثلاثة يتضح زيادة التباين الوراثي مع زيادة جرعة الإشعاع لكل الصفات المدروسة ولكلا الطرازين الوراثيين.

ومن هذه الدراسة يتضح أن أقل ضرر وراثي للإشعاع ظهر في الجيل الثالث المعامل بالجرعة ١٥ رونتجن، ولذا فإن هذه النباتات يقترح استخدامها كثواة لعمليات الانتخاب وتطبيق طرق التحسين الوراثي لإنتاج أصناف محسنة من فول المانج.

إنتخاب طفرات عالية المحصول فى الأرز بإستخدام أشعة جاما:

لعبت أشعة جاما أيضا دوراً هاماً فى إحداث بعض الطفرات عالية المحصول فى الأرز. هذا ويمكن توضيح ذلك من نتائج التى للدراسة التى قام بها (Sobieh et al. (2001. حيث أجرى هذا البحث خلال ثلاث مواسم متتالية ٩٧،٩٨ و ١٩٩٩ بالمزرعة التجريبية الخاصة بقسم البحوث النباتية - مركز البحوث النووية - أنشاص. وذلك لدراسة تأثيرات أشعة جاما بجرعات: صفر ، ٢٠٠ ، ٣٠٠ و ٤٠٠ Gy على متوسطات صفات المحصول ومساهمتها فى صنفى الأرز سخا -١٠٢ وجيزة -١٧٨ وانتخاب بعض الطفرات العالية فى المحصول. وكانت أهم النتائج ما يلى:

١- أوضحت نتائج التباين وجود اختلافات معنوية بين المعاملات الإشعاعية لمعظم الصفات تحت للدراسة.

٢- تفاوتت الاستجابة لصنفى الأرز بالمعاملات الإشعاعية حيث أظهرت المعاملة الإشعاعية ٢٠٠ جرای زيادة معنوية لمعظم الصفات للصنف سخا - ١٠٢ بينما أظهرت المعاملة الإشعاعية ٣٠٠ جرای زيادة معنوية لمعظم الصفات للصنف جيزة -١٧٨.

٣- النباتات المنتخبة فى الجيل الإشعاعى الثانى (M2) من المعاملة الإشعاعية ٢٠٠ جرای للصنف سخا -١٠٢ والمعاملة الإشعاعية ٣٠٠ جرای للصنف جيزة - ١٧٨.

٤- انخفضت قيم كفاءة للتوريث ونسبة التحسين المتوقعة لبعض الطفرات المنتجة واعتبرت غير ذات قيمة، وعلى الجانب الآخر أظهرت الطفرات الأخرى كمية معقولة من قيم كفاءة التوريث ونسبة التحسين المتوقعة ولذلك فهى ذات قيمة تربية عالية.

٥- يثبر اختبار للنسل فى الجيل الإشعاعى الثالث (M3) أن معظم للنسل استبعاد ملامح النباتات المنتخبة فى الجيل الثانى وتعتبر هذه النباتات مواد صادقة للتربية.

تأثير أشعة جاما على نباتات الشمر:

أوضح حسنين (٢٠٠٤) من خلال الدراسة التى قام بها حيث تم معاملة بذور نباتات الشمر بأشعة جاما إذ كان الكوبالت المشع هو مصدر الإشعاع وتمت معاملة البذور بجرعات ٢٥٠ ، ٥٠٠ ، ١٠٠٠ ، ١٢٥٠ و ١٥٠٠ راد ثم تمت زراعة البذور مباشرة فى الحقل وتسم تنفيذ العمليات الزراعية للعادية كالمتمتع إجراؤها فى إنتاج النباتات العطرية.

هذا وقد تم تسجيل البيانات الخاصة بالنمو ووزن النورات ونسبة الزيت وذلك خلال موسمى الدراسة ٩٨-١٩٩٩، ٩٩-٢٠٠٠. وقد تم تقدير مكونات الزيت الطيار وذلك باستخدام جهاز التحليل الكروماتوجرافى الغازى ومطياف الكتلة فى الموسم الثانى للدراسة، كما تم تقدير التركيب الكيمائى للنبات خلال موسمى التجربة.

وفى جزء آخر من التجربة تم تخزين بذور الشمر بعد تعريضها بجرعات: صفر ، ١٠ ، ٢٠ ، ٣٠ ، ٤٠ و ٥٠ كيلو راد لمدة ستة أشهر أعقبها تحليل نسبة الزيت ومكوناته وذلك باستخدام جهازى التحليل الكروماتوجرافى الغازى ومطياف الكتلة. وقد أوضحت النتائج الآتى:

١- أدى استخدام الإشعاع بالجرعات المختلفة التى استخدمت فى الدراسة إلى حدوث زيادة فى ارتفاع النبات وعدد الفروع ووزن وعدد النورات ووزن المجموع الخضرى والمجموع الجذرى وذلك خلال موسمى الدراسة.

٢- كانت الجرعات الأكثر تأثيراً هي ١٠٠٠ و ١٢٥٠ راد بالنسبة لمعظم القياسات النباتية. وكانت الجرعة ٧٥٠ راد هي الأكثر مناسبة لوزن الجنور.

٣- زادت نسبة الزيت نتيجة للإشعاع وبصفة خاصة مع الجرعات العالية ١٢٥٠ و ١٥٠٠ راد.

٤- اختلفت مكونات الزيت كنتيجة للجرعة المستخدمة، فعند الجرعة ٢٥٠ راد زاد كل من الكارين والليمونين، بينما نقصت نسبة الميثايل كافيكول عند الجرعات ٥٠٠ و ٧٥٠ راد. كما لوحظ الانخفاض العام في كل من الليمونين ، الأنيثول والميثايل كافيكول.

٥- زادت النسبة في كل من الأنيثول والميثايل كافيكول كنتيجة للتعرض لجرعات ١٠٠٠ و ١٢٥٠ راد وقد أدت أعلى جرعة (١٥٠٠ راد) إلى زيادة كل من الأنيثول والليمونين.

٦- أدى الإشعاع بالجرعات العالية إلى زيادة محتوى النبات من الكلوروفيل أ و كلوروفيل ب وكذلك زيادة في محتوى النباتات من الكاروتينات.

٧- أدت الجرعات ٥٠٠ و ٧٥٠ راد إلى زيادة الإنتولات الكلية.

٨- اتجهت تركيزات العناصر الصغرى والمتمثلة في الحديد والزنك والمنجنيز للنقصان كنتيجة لمعاملات الإشعاع.

٩- أدى التخزين للبذور التي تم معاملتها بالإشعاع إلى حدوث نقص بسيط في نسبة للزيت.

١٠- زادت نسبة الأنيثول في زيت البنور التي تم معاملتها بجرعة ٥٠ كيلو راد حتى بعد التخزين لمدة ستة أشهر.

١١- زادت نسبة الميثايل كافيكول نتيجة للتشعيع بجرعات ١٠ كيلو راد.

١٢- أدت الجرعة ٣٠ كيلو راد لزيادة كل من الفنشون والكارين بينما تناقصت نسبة الليمونين بصفة عامة.

استحداث تباین في القطن المصرى باستخدام أشعة جاما:

محصول القطن أحد المحاصيل الإستراتيجية الهامة فى الاقتصاد المصرى ولهذا أهتم به الباحثين كثيراً وذلك من خلال الدراسات والبحوث التى أجريت على هذا المحصول.

ولقد كان من أهم البحوث المتميزة والتي تمت لدراسة مدى تأثير أشعة جاما على إمكانية استحداث تباینات وراثية فى عشائر ذات محتوى وراثى مختلف وقد نفذت هذه الدراسة فى ثلاثة مواسم زراعية متتالية خلال الفترة من ٢٠٠٠ - ٢٠٠٢. وقد أوضح عربى (٢٠٠٦) أنه إستخدم لإجراء هذه الدراسة أبوين منتميان كلاهما إلى نوع القطن الباربادنس وهما عبارة عن الصنف جيزة ٨٦ والهجين المبشر (جيزة ٨٩ × بيما ٦). حيث تم زراعة الموسم الأول فى محطة البحوث الزراعية بالجيزة بينما تم زراعة الموسمين الثانى والثالث فى محطة البحوث الزراعية بسخا بكفر الشيخ. وقد أجريت للخطوات البحثية التالية:

- تم التهجين بين الأبوين فى الموسم الأول لإنتاج بذرة الجيل الأول.
- قسمت بذور كلا الأبوين وبذرة الجيل الأول إلى قسمين: الأول: تمت معاملته بأشعة جاما بمعدل ١٥ كيلو راد. والثانى: ترك بدون معاملة.

- فى الموسم الثانى (٢٠٠١) تم زراعة عشائر عبارة عن الأباء وبذرة الجيل الأول المعاملة وغير المعاملة وهذه العشائر هى: جيزة ٨٦ ، جيزة ٨٦ معاملة ، (جيزة ٨٩ × بيماش ٦) ، (جيزة ٨٩ × بيماش ٦) معاملة ، جيزة ٨٦ × (جيزة ٨٩ × بيماش ٦) ، جيزة ٨٦ × (جيزة ٨٩ × بيماش ٦) معاملة.

- فى نفس الموسم تم إجراء عملية التهجين والتجهين للعكسى بين الأباء العادية وبعضها والأباء المعاملة وبعضها وبين الأباء العادية والمعاملة.

- وفى نهاية الموسم الثانى تم دراسة صفتى وزن اللوزة ومعدل الحليج لكل العشائر ثم انتخاب أعلى ٢٠% من النباتات لهاتين الصفتين لكل العشائر. وقد أوضحت النتائج الأتى:

١- تمثل تأثير أشعة جاما على المتوسطات فى وجود زيادة معنوية فى صفة متوسط وزن اللوزة بالنسبة للأب الأول المعامل (P_1M_1) مقارنة بالأب العادى (P_1) بينما كان هناك نقص معنوى لذات الصفة فى الأب الثانى المعامل (P_2M_1) مقارنة بالأب الثانى (P_2) ولم تكن هناك أى فروق معنوية فى الجيل الأول (F_1M_1) مقارنة بالجيل الأول العادى (F_1).

٢- وبالنسبة لصفة معدل الحليج فقد كان هناك نقص معنوى فى الأب الأول (P_1M_1) والجيل الأول المعامل (F_1M_1) مقارنة بالأب الأول (P_1) والجيل الأول (F_1) العاديين على التوالى، ولم يكن هناك تأثير بالنسبة للأب الثانى المعامل (P_2M_1) مقارنة بالأب الثانى العادى (P_2) وبالنسبة للجيل الطفرى الثانى كانت هناك فروق معنوية بالزيادة والنقصان فى متوسطات الأباء المعاملة مقارنة بالأباء العادية أكثر من باقى العشائر الأخرى فى جميع الصفات.

٣- وعن تأثير أشعة جاما على التباينات فقد كانت هناك زيادة معنوية فى تباينات كل العشائر المعاملة مقارنة بالعشائر العادية لصفتى وزن اللوزة ومعدل الحليج فى الجيل الطفرى الأول وبالمثل كانت هناك زيادة معنوية فى تباينات العشائر المعاملة مقارنة بالعشائر غير للمعاملة وبخاصة فى الأبناء المعاملة.

٤- وفيما يختص بتأثير أشعة جاما على السلوك الوراثى للصفات المدروسة أوضحت النتائج أن قوة الهجين بالنسبة للجيل الطفرى: كانت قوة الهجين سالبة ولكن غير معنوية فى الجيل الأول العادى والمعامل لصفة وزن اللوزة. أما صفة معدل الحليج فقد كانت قوة للهجين موجبة ومعنوية فى الجيل الأول العادى بينما كانت قوة الهجين سالبة ومعنوية فى الجيل الأول المعامل. أما للجيل الطفرى الثانى فقد كانت قوة الهجين سالبة وموجبة ولكن غير معنوية فى جمع الصفات المدروسة لجميع العشائر الداخلة فى الدراسة.

٥- أما فيما يختص بدرجة للتوريث فقد تم قياس درجة للتوريث فى المدى الواسع فى الجيلين الطفرين الأول والثانى وقد كانت نتائج الجيل كما أوضحها عرابى (٢٠٠٦) فى الآتى:

- كانت درجة التوريث لصفة متوسط وزن اللوزة فى الثلاث عشائر المعاملة ٦٩,٩٩% ، ٧٥,٨٠% و ٨٢,٩٢% على التوالى.
- أما بالنسبة لصفة معدل الحليج فقد كانت قيم درجة للتوريث أعلى من ٧٠% فى العشائر المعاملة.

وبالنسبة لنتائج الجبل الطفري الثاني فقد تمثلت فى الآتى:

- تم حساب درجة التوريت للعشائر فى الصفات التى كان بها معنوية فى التباين للمستحدث حيث وجد أنه بالنسبة للأب الأول المعامل (P_1M_1) والمنتخب لوزن اللوزة فكانت درجة التوريت تتراوح ما بين ٦٠,٣٣% - ٩٨,٠٠% فى الصفات المدروسة ماعدا موقع أول عقدة ثمرية.
- الأب الأول المعامل (P_1M_2) والمنتخب لمعدل الحليج كانت درجة التوريت أعلى من ٥٠% لكل الصفات.
- الأب الثانى المعامل (P_2M_2) والمنتخب لوزن اللوزة كانت درجة التوريت ما بين ٨٥,٥١% - ٩٤,٧٧%.
- الأب الثانى المعامل (P_2M_2) والمنتخب لمعدل الحليج كانت قيمة درجة التوريت أعلى من ٥٥% لجميع الصفات.
- وبالنسبة لـ F_1M_2 عندما إستخدم للصنف جيزة ٨٦ معامل كأب كانت قيمة درجة للتوريت ٨٧,٢٥% لصفة معدل الحليج.
- وبالنسبة F_1M_2 عندما إستخدم للصنف جيزة ٨٦ كأب فى الهجين (جيزة × بيمس ٦) × جيزة ٨٦ معامل كانت قيمة درجة للتوريت أعلى من ٨٥% لطول النبات وعدد اللوز على النبات ومعامل البذرة ودرجة الانتظام.
- وبالنسبة F_2M_2 كانت قيمة درجة التوريت ٧٩,١٢% لصفة متوسط وزن اللوزة.

٦- وعن تأثير أشعة جاما على الارتباط فقد أوضح عربى (٢٠٠٦) أنه تم قياس الارتباط البسيط بين صفتى وزن اللوزة ومعدل الحليج فى الموسم الثانى (٢٠٠١) حيث كان الارتباط موجباً ولكن غير معنوى للأب الأول (P_1) بينما كان معنوياً وموجباً فى الموسم التالى لنفس الأب. أما بالنسبة

للأب الأول المعامل (P_1M_1) فقد كان الارتباط سالباً في الموسم الثاني وموجباً ولكن غير معنوي في الموسم التالي. كما أن الارتباط بين صفتي وزن اللوزة ومعدل الحليج كان سالباً وغير معنوياً في الموسم الأول بالنسبة للأب الثاني (P_2) وموجب وغير معنوي في الموسم التالي وبالنسبة للجيل الأول العادي (F_1) والمعامل (F_1M_1) فقد كان الارتباط بين متوسط وزن اللوزة ومعدل الحليج غير معنوياً في كلا الموسمين.

٧- وعن تأثير أشعة جاما على معامل الأكتواء العزمي فقد أوضح عرابي (٢٠٠٦) أنه يستخدم هذا المقياس لمعرفة اتجاه التواء المنحنى فيما أن يكون ملتوياً جهة اليسار ويسمى منحنى ملتوي سالب وإما أن يكون ملتوياً ناحية اليمين ويسمى منحنى ملتوياً موجب، وما يهمنا هنا اتجاه المنحنى بالنسبة لصفات التذكير وصفة النعومة أن يكون اتجاه المنحنى سالب وبالنسبة لصفات المحصول ومكوناته فيفضل أن يكون اتجاه المنحنى موجب.

ومن النتائج التي تم التحصل عليها في هذا الشأن الآتي:

- كانت أعلى قيمة سالبة ومعنوية لمعامل الأكتواء العزمي لصفة موقع أول عقدة ثمرية وعدد الأيام لتفتح أول زهرة والنعومة في الأب الأول المعامل (P_1M_2) عندما انتخبت نباتاته لمعدل الحليج بينما كانت أعلى قيمة سالبة لمعامل الأكتواء لصفة عدد الأيام لتشتق أول لوزة في الأب الأول (P_1M_2) وذلك عندما انتخبت نباتاته لوزن اللوزة.
- كانت أعلى قيمة موجبة لمعامل الأكتواء العزمي لصفة عدد الأفرع الثمرية على النبات وعدد اللوز ومحصول الشعر ومعدل الحليج ومعامل البذرة في الأب الثاني المعامل (P_2M_2) عندما انتخبت نباتاته لمعدل الحليج بينما كانت أعلى قيمة لصفة محصول الزهر في الأب الأول

المعامل عندما انتخبت نباتاته لوزن اللوزة وفى الأب الثانى المعامل
عندما انتخبت نباتاته لوزن اللوزة وذلك لصفة متوسط وزن اللوزة.

**تأثير أشعة جاما على بعض الصفات المورفولوجية والبيوكيميائية
لنبات القطفة النامى فى أرض ملحية:**

أوضح (Sherif et al. (2007 أن هذا البحث تناول دراسة التأثير
المنفرد لكل من أشعة جاما والملوحة وكذلك تأثيرهما المشترك على نبات من
نباتات الزينة واسع الانتشار فى مصر وهو نبات القطفة الذى يعتبر نباتاً
صيفياً وذلك بغرض استنباط أجيال منه لها القدرة على مقاومة الملوحة. كما
تناول البحث أيضاً تأثير إنزيم البيروكسيداز بأشعة جاما والملوحة. حيث تمت
هذه الدراسة خلال الفترة من ٢٠٠٣ - ٢٠٠٤ حيث أجريت التجارب
بمزرعة كلية الزراعة بجامعة الإسكندرية. زرع نبات القطفة فى أرض
ملحية موسمين متتاليين (M_1, M_2) عولجت بذور النبات بجرعات من أشعة
جاما قدرها ٥ ، ١٠ ، ١٥ و ٢٠ كيلوراد. وبعد إنبات البذور المشبعة لنبات
القطفة نقلت النباتات إلى أرض ملحية وأخرى غير ملحية (بيتسوس)
لدراسة تأثير أشعة جاما منفردة على النباتات التى نمت فى كلتا الحالتين،
وكذلك دراسة التأثير المشترك لأشعة جاما والملوحة. وقد ركز البحث على
دراسة الصفات التالية لكل نبات على حده: ارتفاع النبات ، عدد الأوراق ،
عدد الأفرع الرئيسية، المحتوى الكلوروفيللى للأوراق، الوزن الجاف
للأوراق، عدد النورات، الوزن الرطب والجاف للنورات، قطر النورة،
التغيرات المورفولوجية، الطفرات وتركيز إنزيم البيروكسيداز فى نباتات
القطفة. ويمكن تلخيص أهم النتائج فيما يلى:

١- تأثير الملوحة على ارتفاع النبات بدا غير معنوى فى الجيل الثانى بينما
كان تأثير أشعة جاما معنوياً على كل الصفات للجيلين الأول والثانى.

٢- لم يكن التأثير المشترك لأشعة جاما والملوحة على بعض الصفات معنوياً فى الجيل الأول مثل عدد الأفرع الرئيسية، الكلوروفيل، الوزن الجاف للأزهار، وفى الجيل الثانى لم يكن معنوياً على عدد النورات، عدد الأفرع الرئيسية، عدد الأوراق، الوزن الجاف للأوراق ، ارتفاع النبات. كما قل ارتفاع النبات مع زيادة جرعات الإشعاع فى الجيلين الأول والثانى.

٣- قد ازداد عدد الأوراق ووزنها الجاف فى الجيل الثانى عند ١٠ كيلوراد من أشعة جاما.

٤- عند ٥ كيلوراد زاد عدد الأوراق ووزنها الرطب، وعدد النورات ووزنها الجاف فى الجيل الأول، بينما زاد عدد النورات ووزنها الرطب فى الجيل الثانى.

٥- قد أدت الملوحة نقصاً فى كل الصفات المدروسة فى الجيل الأول ، عند ٢٠ ، ١٥ كيلوراد.

٦- تم الحصول على تغير فى لون النورة Shape abnormalities فى الجيل الأول وفى الجيل الثانى.

٧- قد أظهر إنزيم البيروكسيداز نشاطاً ملحوظاً عند ١٠ ، ١٥ ، ٢٠ كيلوراد فى الأرض الملحية وخاصة فى الجيل الثانى

ومن السرد السابق لنتائج أهم الدراسات والبحوث التى نفذت محلياً وعالمياً يتضح لنا أن تعريض النباتات وتعريض البذور للإشعاعات الذرية بكميات معلومة ومحدودة يؤدى إلى النتائج التالية:

- ١- الإسراع فى معدلات النمو.
- ٢- الإسراع فى معدلات التزهير.
- ٣- الإسراع فى تمام النضج وتكوين البذور.
- ٤- ظهور بعض الطفرات الوراثية الهامة.

الإشعاعات الذرية ومقاومة الآفات الزراعية:

فى الآونة الاخيرة اتجهت انظار العلماء والمهتمين بالزراعة إلى الحد من إستخدام المبيدات فى الليئات الزراعية لما تمثله هذه المبيدات من آثار سيئة على البيئة الزراعية. وقد عمد الباحثون إلى دراسة جميع التقنيات التى يمكن أن تساهم فى تقليل أعداد الآفات الزراعية سواء كانت آفات حشرية أو ميكروبية أو حشائش أو طيور أو قوارض مثل الجرذان وكان من بين هذه الطرق إستخدام البكتيريا والفطريات وكذلك الفورمونات والفيرومات فى مقاومة الآفات الزراعية ولقد أثبتت بعض هذه الطرق نجاحا فى عمليات المقاومة. هذا ولم تتوقف مسيرة البحث العلمى عند هذا الحد ولكن حاول بعض العلماء توظيف الإشعاعات الذرية لمقاومة الآفات الزراعية بعد أن ثبت أن إستخدام الكيماويات والمبيدات نتج عنه مشاكل كثيرة، ويمكن إيجاز هذه المشاكل فى الآتى:

- ١- للتأثير السام على النباتات.
- ٢- للتأثير السام على الإنسان والحيوان.
- ٣- تراكم المبيدات فى التربة ويكون لبعض تلك المبيدات تأثير سام على الكائنات الحية الدقيقة التى تمثل جزءاً حيوياً هاماً فى التربة وخاصة فى التفاعلات الحيوية الخاصة بتغذية النباتات.
- ٤- التأثير السام على الأعداء الحيوية وينعكس ذلك على اختلال التوازن الطبيعى بين الآفات الحشرية وأعدائها الحيوية.

٥- مقاومة الحشرات لفعل المبيدات الكيماوية. إذ ينتج عن ذلك ظهور سلالات من الحشرات تكون أكثر مقاومة ويكون لها القدرة على احتمال فعل المبيدات وكان نتيجة ذلك زيادة الجرعات المستعملة من المبيدات بجانب تقصير فترات المكافحة والعلاج وعند فشل هذه المعاملات فى القضاء على الآفات يتم استبدال المبيد المستعمل بمبيد آخر وهكذا ننور فى حلقة مفرغة ونتراكم المشاكل البيئية فى المناطق الزراعية.

ونتيجة لهذا اتجه العلماء إلى اتباع برامج وطرق مكافحة تجمع بين أكثر من طريقة لمقاومة ومكافحة الآفات الزراعية بكافة أنواعها والصفحات التالية توضح أهم التطبيقات الفعلية عن مدى إستخدام الإشعاعات الذرية فى مقاومة الآفات الزراعية بكافة أنواعها.

أولاً: مقاومة الآفات الحشرية بإستخدام الإشعاعات للذرية:

أوضحت نتائج الدراسات والبحوث الحديثة أنه يمكن عن طريق النظائر المشعة والتي يمكن أن ندخلها فى جسم الحشرة أو غيرها من الكائنات الضارة الأخرى أن نتتبع سلوك هذه الحشرات داخل التربة أو المتواجدة على سطح النبات أو على أجسام الحيوانات وبالتالي معرفة الأدوار المختلفة التى تمر بها هذه الحشرات حتى نفكك بالمحاصيل أو الحيوانات الزراعية والتي تنقل من إنتاج كل منها. ونتائج الدراسات التالية توضح أهمية الإشعاعات الذرية ليس فقط فى دراسة سلوك الحشرات بل لمقاومة هذه الآفات.

فقد أوضح بسيونى (١٩٩٠) أنه يمكن القضاء على الأجيال القادمة من الحشرات وذلك عن طريق تشعيع مجموعة من الحشرات ذكور كانت أم

إنثا وذلك حسب الغرض من الدراسة والتي تتراوح مع الأفراد العالمة
منتجة بيضاً غير مخصباً لا يفقس وبالتالي القضاء على هذه الحشرات وبهذه
الطريقة يمكننا القضاء على الكثير من أنواع الحشرات كالمن وذبابة الفاكهة
ودودة ورق القطن. وقد أشار فوده (١٩٩٨) إلى أن هذه التقنية استخدمت في
مكافحة الكثير من الآفات الحشرية وذلك بعد أن ثبت نجاحها في مقاومة
الدودة الحلزونية في جزيرة كوراساو بالولايات المتحدة الأمريكية عام
١٩٥٤.

وتعد هذه التقنية إحدى تقنيات المقاومة البيولوجية والتي يتم فيها
إطلاق أعداد كبيرة من الذباب العقيم الملون والذي سبق أن عومل بأشعة
جاما للصاردة من للنظير المشع لعنصر الكوبالت في مناطق منعزلة أو شبه
منعزلة بمعدل يتراوح من ١٠ - ٣٠ ضعفاً من عدد الذباب الذي يوجد في
الطبيعة. حيث يتم تلاقي هذه الحشرات العقيمة مع مثيلاتها الموجودة في
الطبيعة وهذا بدوره يؤدي إلى إنتاج بيض غير مخصب وبالتالي لا يفقس هذا
البيض.

كما أكد فوده (١٩٩٨) أن عمليات الإطلاق المنتظمة للحشرات العقيمة
يؤدي إلى انخفاض عدد الحشرات التي تتواجد في البيئة الزراعية تدريجياً
وبذلك يمكن القضاء عليها. وعموماً لنجاح هذه التقنية يستلزم إجراء العديد
من الدراسات المعملية والحقلية.

ويمكن تلخيص أهم الدراسات المعملية في تربية الحشرة معملياً
بأعداد كبيرة وذلك باستخدام البيئات الصناعية وذلك بهدف الحصول على
الحشرات اللازمة والتي يمكن تعريضها للإشعاعات الذرية دون أن يحدث

أى تأثير على الكفاءة الحيوية لذكور الذباب والمتمثلة فى قدرتها على الطيران ومنافسة الذكور الموجودة فى البيئة الزراعية على تلقيح الإناث.

كما يمكن تلخيص أهم الدراسات الحقلية فى تتبع النشاط الموسمى للحشرة على مدار السنة ومدى قدرتها على الطيران وتقدير كثافتها العددية بمنطقة الإطلاق وأيضاً دراسة العوامل النباتية التى تعيش عليها الحشرة على مدار السنة.

وقد أوضح فوده (١٩٩٨) بعض الدراسات التى إستخدمت فيها هذه التقنية فى مكافحة ذبابة فاكهة البحر المتوسط والتى تم تطبيقها بمنطقة القناطر الخيرية بجمهورية مصر العربية وذلك لمدة عامين متتاليين (٧٠ / ١٩٧١) حيث تم توزيع ١٥ مليون عناء عقيمة. وقد كان لإستخدام هذه الطريقة أثر واضح فى انخفاض نسبة الإصابة بهذه الآفة فى ثمار الخوخ بمنطقة الدراسة. وعند مقارنة نسب الإصابة فى كل من الحقائق المعاملة وغير المعاملة فكانت ٢,٦% بعد توزيع وإطلاق الحشرات العقيمة لمدة ١٨ شهراً بينما وصلت نسبة الإصابة فى ثمار الخوخ بالحقائق غير المعاملة من ٧٥ - ٨٠%. كما أجريت دراسة أخرى بمحافظة الفيوم فى الفترة من ١٩٧٤ - ١٩٧٧ حيث تمت للدراسة على مساحة ثلاثة آلاف فدان، وزع فيها حوالى خمسين مليون عناء عقيمة وكانت نتيجة الدراسة انخفاض نسبة الإصابة على ثمار المشمش فى الحقائق المعاملة حيث بلغت ٢,١% بينما بلغت نسبة الإصابة فى الحقائق غير المعاملة ٣٦%. كما انخفضت نسبة الإصابة فى البرتقال أبو سرة حيث بلغت ٠,٥% فى المناطق المعاملة.

تأثير أشعة جاما على حشرة خنفساء البقول:

درس (Fam and Ahmed (1984 مدى تأثير أشعة جاما على آفة خنفساء البقول حيث كان الهدف من الدراسة هو محاولة إيجاد وسيلة فعالة لمقاومة هذه الآفة دون استخدام المبيدات وإذا اقترح لهذا الغرض تجربة استخدام أشعة جاما كوسيلة فعالة للمقاومة. وقد أخذت حشرات التجارب من السلالات المرباة في للمعمل على بذور الفول على درجة حرارة ٣٠ درجة مئوية ودرجة رطوبة نسبية ٧٠% وكانت الأطوار المختبرة في هذه الدراسة هي : البيض عمر يوم ، وثلاثة أيام ، واليرقات عمر أسبوع وأسبوعين ، والعداري في عمر ثلاثة أيام والحشرات الكاملة عمر يومين. وقد أوضحت النتائج الآتى:

- ١- أن البيض عمر يوم وثلاثة أيام لم يستطيع تكملة دورة الحياة عند معاملته بجرعة قدرها ١,٥ كيلو راد.
- ٢- كانت إناث الحشرات الناتجة من يرقات عمر أسبوع وأسبوعين والمعاملة بجرعة قدرها ٣ كيلو راد عقيمة تماماً.
- ٣ - لم يحدث فقس للبيض الموضوع بواسطة إناث الحشرات الناتجة من عذارى معاملة بجرعة قدرها ٦ كيلو راد فأكثر.
- ٤- تسببت جرعة قدرها ٢ كيلو راد في إحداث عقم تام للحشرات البالغة.
- ٥ - من النتائج السابقة يمكن النصح باستخدام جرعة قدرها ٦ كيلو راد لمقاومة حشرة خنفساء البقول.

إستخدام الإشعاع فى مقاومة آفات المخازن:

أوضح محجوب (٢٠٠٥) أن وجود حشرات كاملة عقيمة يؤدي إلى نقص متتالى فى أعداد الحشرات. وقد ثبت أن تعرض الحشرات بجرعات من أشعة جاما أو الأشعة السينية يؤدي إلى عقمها وعلى الرغم من ذلك فلا

يوصى باتّباع هذه التقنية في المخازن إذ أن وجود الحشرات معناه أن الحبوب مصابة مما يقلل من فرصة الاتجار فيها بين الدول، إذ لا يمكن التمييز بين الحشرات للخصبة والحشرات العقيمة. وقد أوضحت نتائج البحوث الحديثة التي أجريت بقسم آفات الحبوب والمواد المخزونة بمعهد وقاية النبات التابع لمركز البحوث الزراعية أنه لمكن إستخدام شعاع الليزر بنجاح في مكافحة خنفساء الصعيد وخنفساء الدقيق الصدفية إذ سبب شعاع الليزر تشوهات كثيرة في أغلب أطوار هاتين الحشرتين حتى طور البيض الذي حدث داخله تشوهات مما كان له أثر فعال في مقاومة هاتين الحشرتين.

دراسة تأثير مبيدات الحشائش بإستخدام الإشعاعات الذرية:

درس كل من Khalil and Corbin (1997) مصير مبيد الحشائش لاكتوفين نو الكربون المشع (C^{14}) في كل من نبات القطن وفول الصويا وحشيشة ست الحسن وأذن الفيل. حيث تم إضافة مبيد الحشائش لاكتوفين والذي يتبع المجموعة الاثيرية ثنائية الفينول بتركيز ١ جزء في المليون للمحلول المغذى الذي إستخدم لهذه النباتات. وقد أوضحت النتائج ما يلي:

١- بعد ٨ أيام من المعاملة حدث تثبيط لنمو نبات القطن وفول الصويا وحشيشة ست الحسن وأذن الفيل بمقدار ٢١ ، ٢٥ ، ٥٢ و ٨٥% على التوالي.

٢- امتص كل من نبات القطن وفول الصويا وحشيشة ست الحسن وأذن الفيل نسبة ٣٧ ، ٦١ ، ٢٦ ، ١٣% على التوالي من قيمة الكربون المشع الكلي المضاف (٣,٧ KGy) بعد ٨ أيام من المعاملة.

٣- كان هناك انتقال محدود للكربون المشع (C^{14}) من الجنور إلى الأفرع الهوائية في كل من نبات القطن وفول الصويا والذي قدر بحوالى ٠,١% ولكن بلغت نسبة هذا الانتقال نسبة ٢ ، ٦% في كل من حشيشتى ست الحسن وأذن الفيل على التوالي.

٤- تم تكسير مبيد الحشائش لاكتوفين إلى مبيد الحشائش أسيفلورفين فى الأفرع الهوائية لكل من حشيشتى ست الحسن وأذن الفيل مما تسبب فى حدوث التأثير السام للنباتات بعد ٨ أيام من المعاملة.

ومن النتائج السابقة يتضح أن اختلاف معدل انتقال وكذلك التحولات الأيضية لهذا المبيد فى كل من نباتات القطن وفول الصويا ذات الانتقال المحدود للكربون المشع مقارنة بحشيشتى ست الحسن وأذن الفيل ربما يفسر التأثير السام الاختيارى لمبيد الحشائش لاكتوفين على تلك النباتات. ومن ثم يبدو أن العامل الأساسى المتعلق بنشاط مبيد اللاكتوفين هو تكسيره إلى مبيد حشائش آخر وهو مبيد أسيفلورفين وذلك فى النباتات الحساسة مثل نبات ست الحسن وأذن الفيل. ويتضح من ذلك أنه بفضل إستخدام الكربون المشع أمكن الوصول إلى تفهم كامل لعمليات الانتقال والتكسير لمبيد اللاكتوفين ومدى سمية مبيد الأسيفلورفين على نباتات الحشائش التى أستخدمت فى هذه الدراسة.

الباب الرابع

الإشعاعات الذرية والإنتاج الحيوانى

- الإشعاعات تسبب القضاء على الذباب الحلزونى
- الإشعاعات الذرية والتعرف على العناصر النادرة
- الزنك وعلاج الضعف العام فى الجموس
- الكويالت وعمليات التمثيل الغذائى فى الأبقار والأغنام
- أهمية عنصر السيلينيوم للحيوانات الزراعية
- النظائر المشعة وعلاج الأمراض الجلدية
- الإستراتشيوم المشع وعلاج أمراض العيون
- اليود المشبع لتتبع ألقمة الحيوانات الزراعية
- النظائر المشعة وتتبع معدلات النمو.
- العناصر المشعة وتحديد الفيتامينات الهامة
- الإشعاعات الذرية وتتبع الخطوات الفسيولوجية
- الإشعاعات الذرية والحقائق العلمية فى تغذية الدواجن
- تأثير التشعيع على حفظ الدواجن المبردة
- تأثير التشعيع على القدرة الحفظية للأسماك

الباب الرابع

الإشعاعات الذرية والإنتاج الحيوانى

يعتبر الإنتاج الحيوانى الجناح الثانى للإنتاج للزراعى، إذ ينظر إلى الإنتاج النباتى على أنه الجناح الأول، ومما سبق عرضه فى الباب الثالث من هذا الإصدار نكون قد تعرفنا على الآثار الفعالة والجهود الجبارة التى بذلت لزيادة الإنتاج النباتى عن طريق استعمال النظائر المشعة فى مختلف أنواع الإنتاج النباتى. وفى هذا الباب سوف نلقى للضوء على أهم الدراسات والبحوث التى نفذت بإستخدام النظائر المشعة بغرض زيادة الإنتاج الحيوانى.

حيث أوضحت نتائج العديد من الدراسات والبحوث أن حيوانات المزرعة كثيراً ما تتعرض إلى مختلف الآفات التى تسبب لها العديد من المشاكل والتى تؤدى فى كثير من الأحيان إلى انخفاض فى كفاءة نمو هذه الحيوانات، وقد أمكن عن طريق إستخدام الإشعاعات الذرية الصادرة من النظائر المشعة تتبع أطوار هذه الآفات والحشرات وكذلك الأمراض التى تنشأ عنها داخل أجسام الحيوانات. وبذلك يمكن تحديد ودراسة أضعف هذه الأطوار من ناحية المقاومة وذلك بهدف القضاء على مسببات هذه الأمراض. وقد تم بهذه الوسيلة توفير مبالغ كبيرة بسبب إنقاذ أعداد غفيرة من الحيوانات والتى كانت تذهب ضحية الإصابة ببعض الأمراض التى لم يكن تاريخ ودورة حياتها داخل جسم الحيوان معروفاً معرفة واضحة ودقيقة.

ومن المعروف علمياً أن هناك أنواعاً محددة من الحشرات تسبب انتشار العديد من الأمراض لبعض أنواع الحيوانات الزراعية كالبقر والجاموس وكذلك الماعز والأغنام. وبفضل الأبحاث التى تمت فى هذا المجال أمكن إستخدام أشعة جاما للناجعة والصادرة عن بعض النظائر المشعة فى مكافحة هذه الحشرات وهذا بدوره أدى إلى انخفاض معدلات انتشار تلك الأمراض وبالتالي تم وقاية الحيوانات للزراعية من العديد من الأمراض.

الإشعاعات تسبب القضاء على الذباب الحلزونى:

ومن الأمور الهامة فى هذا الشأن التعاون البحثى والعلمى الذى تم بين الباحثين بوزارة الزراعة الأمريكية وبين الباحثين الهولنديين فى جزيرة كورسا فى البحر الكاريبي وذلك بشأن القضاء على بعض أنواع الذباب والذى يطلق عليه اسم الذباب الحلزونى والذى كان يسبب نفوق الكثير من أنواع المواشى فى تلك المنطقة.

وكان نهجهم فى ذلك أنهم بعد عمل الدراسات الخاصة بدورة حياة هذا النوع من الذباب. أتضح لهم أن هذا الذباب لا يتزوج سوى مرة واحدة فى العام. وقد وظفت هذه المعلومة بأنه لو تم جمع ذكور هذه الحشرات وعرضت للأشعة جاما فإنه سوف تصاب بالعقم وبذلك لا تتمكن من إخصاب الإناث وبالتالي فهما وضعت إناث هذه الحشرات من بيض ومهما نتج عن هذا البيض من يرقات فإنها لن تتكاثر.

وبهذا الأسلوب أمكن القضاء تدريجياً على هذا النوع من الذباب وبالتالي تم تجنب وتقادى الإصابة بهذا الذباب وكذلك تقادى ما تنقله هذه الحشرات من أمراض إلى الحيوانات للزراعية.

الإشعاعات الذرية والتعرف على العناصر النادرة:

ومن بين أهم الموضوعات العلمية والطبية التي أدت إليها دراسات الإشعاعات الذرية الصادرة عن النظائر المشعة ما أوضحتته نتائج البحوث الحديثة بأن هناك عدداً من العناصر والتي تعرف بالعناصر النادرة وقد أطلق عليها هذه التسمية لأنها توجد في أنسجة الحيوانات بكميات ضئيلة جداً. وعلى الرغم من ذلك فهي تلعب دوراً بارزاً جداً في حياة الحيوانات الزراعية. وقد ثبت علمياً أن عدم وجودها في أنسجة تلك الحيوانات يعرضها للكثير من الأمراض ومن بين أهم هذه العناصر البورون والنحاس والكوبالت والزنك والرصاص واليود والسيلينيوم وبعض العناصر الأخرى.

الزنك وعلاج الضعف العام في الجاموس:

وعن أهم التأثيرات الناجمة عن اعطاء عنصر الزنك في علاج الضعف العام في العجول الجاموسى فقد أوضح (Awad et al. (1984 أنه عادة تصل العجول الجاموسى في حالة ضعف عام لمحطات التنشئة وقد ينقص وزنها عن المعدل الطبيعى ولذا لزم دراسة مدى تجاوب مثل هذه العجول للعوامل المنشطة للنمو، حيث اعطت مجاميع مقاربة في أوزانها ومعدلات نموها على التوالي العلاجات التالية:

مجموعة أ - ٠,٤ جرام من سلفات الزنك أسبوعياً لمدة أسابيع متتالية.

مجموعة ب - ٠,٤ جرام من سلفات الزنك لمدة ثلاث أسابيع متتالية و٤ جرام من زيت كبد الحوت لمدة ثلاثة أسابيع.

مجموعة ج - ٤ جرام من زيت كبد الحوت لمدة ثلاثة أسابيع.

مجموعة د - تركت كمجموعة ضابطة (كنترول).

وقد أوضحت نتائج هذا البحث أن العلاج بسلفات الزنك نجم عنه زيادة ملحوظة في النمو. وقد وصلت معدلات النمو اليومية في المجموعات أ ، ب و ج إلى ٠,٧٢٠ ، ٠,٦٧٠ و ٠,٤٤٠ كجم لكل مائة كجم على الترتيب في حين أن المجموعة للضابطة بقيت كما هي ٠,٣٠٠ كجم. وقد اصطحبت هذه الزيادات بارتفاع ملموس في الدهون الكلية بالسيرم. كما لم تتأثر المؤشرات البيوكيميائية بالسيرم التي تدل على اضطراب وظائف الكبد وتغير صورة بروتين السيرم. ونجاح العلاج بسلفات الزنك في مقاومة الضعف العام بالعجول الجاموسي يعتبر علاجاً اقتصادياً حيث أمكن زيادة وزن العجل الواحد وزن ١٠٠ كجم بمقدار ٥٠٠ جرام يومياً وذلك باعطاء ١,٥ جرام من سلفات الزنك مقسمة على ثلاث مجموعات خلال أسابيع متتالية.

الكوبالت وعمليات التمثيل الغذائي في الأبقار والأغنام والماعز:

لقد ثبت علمياً أيضاً أن نقص عنصر الكوبالت يعوق عملية التمثيل الغذائي في كل من الأبقار والأغنام والماعز. ويسبب لهذه الأنواع الحيوانية نوعاً محدداً من الأمراض يطلق عليه مرض التابس. ونظراً لضآلة الكميات التي تحتاج إليها مثل هذه الحيوانات فإنه يصعب تتبعها في أنسجتها بالطرق التقليدية ولذا ظهرت أهمية النظائر المشعة في مثل هذه الدراسات والتي أمكن عن طريق الإشعاعات الصادرة منها تتبع ودراسة أثر هذه العناصر على مختلف النواحي الفسيولوجية والحيوية داخل الأنسجة الحيوانية.

أهمية عنصر السيلينيوم على الحيوانات الزراعية:

كما أوضحت نتائج الدراسات والبحوث الحديثة أن نقص أو زيادة عنصر السيلينيوم لها تأثيرات هامة على الحيوانات الزراعية فقد أوضح

محمد (٢٠٠٠) أن تركيز هذا العنصر يتراوح بين ٠,٣ - ١,٣ فى الأرضى المصرية، ويوجد عنصر السيلينيوم فى كثير من الحبوب مثل القمح والشعير والنرة والبرسيم الأخضر.

كما أوضح محمد (٢٠٠٠) أن هذا العنصر يتركز وجوده فى جسم الحيوان فى خلايا الكبد والكلى والعضلات أكثر من تركيزه فى الأنسجة والخلايا العصبية. وهو له دور بارز فى المحافظة على جدار الخلية من التأكسد وأيضاً له دور فعال فى تكوين بعض الإنزيمات الهامة داخل الخلية مثل إنزيم الجلوتاثيون بيروكسيداز، لذا فإن نقصه فى غذاء الحيوان يتسبب فى التأثير على جميع خلايا الجسم وخاصة الخلايا التى تكون أنسجة القوائم الخلفية للحيوانات وعضلة القلب وخلايا الكبد وكذلك الغدة النخامية.

وقد أكد محمد (٢٠٠٠) على أن نقص هذا العنصر يسبب مرض العضلة البيضاء فى صغار الأغنام وأيضاً مرض تحطم العضلات فى صغار الأبقار والجاموس وبالتالي كثرة عدد الوفيات فى الحيوانات حديثة الولادة، ولذا نفذت العديد من الدراسات والبحوث لتوضيح مدى أهمية هذا العنصر فى تغذية حيوانات المزرعة والتى يمكن تلخيص أهم نتائجها فى الآتى:

١- أدى حقن العجول بعنصر السيلينيوم إلى وجود تحسن واضح فى أوزان العجول وذلك عند مقارنتها بمثيلاتها التى لم تحقن.

٢- وجد أن لعنصر السيلينيوم المحقون تأثيراً إيجابياً على مستوى هرمونات النمو فى الدم والمتمثلة فى هرمون النمو، هرمون البرولاكتين والهرمون الحاث للغدة الدرقية وأيضاً على مستوى الكالسيوم الحر والكوليسترول الحر.

٣- ثبت أن السيلينيوم دور هام في سهولة امتصاص عنصر الكالسيوم الحر عن طريق الأمعاء الدقيقة.

٤- ثبت أن لعنصر السيلينيوم أدوار فعالة على إنزيمات العضلات وكذلك على كفاءة للكبد والكلى هذا بالإضافة إلى دوره في زيادة مناعة الجسم وكذلك حالات خمول المبايض التي تمت دراستها وأوضحت النتائج سرعة استجابة هذه الحيوانات للعلاج بعد حقنها بعنصر السيلينيوم مع فيتامين هـ.

٥- لعنصر السيلينيوم دور هام في رفع الكفاءة التناسلية للذكور الحيوانية التي تعاني ضعف الخواص الطبيعية للسائل المنوي. حيث أثبتت النتائج أن هناك تحسناً واضحاً في الصفات الطبيعية للسائل المنوي، فقد زاد تركيز الحيوانات المنوية من ٤٩٦ إلى ٨١٧ مليون حيوان منوي / سم^٢. كما أن هناك زيادة معنوية في نسبة الحركة الفردية للحيوانات المنوية من ٣٨ إلى ٦٠% وأيضاً نسبة الحيوانات الحية من ٤٥ إلى ٦٦% مع نقص واضح في نسبة عدد الحيوانات المنوية الغير طبيعية من ٤,٣ إلى ٣,٩%.

٦- بعمل التحليلات المعملية لعينات السائل المنوي ودم الطلائع التي حقنت بمادة سيلينيت للصوديوم تبين مدى التأثير الإيجابي لعنصر السيلينيوم على هرمون التستوستيرون وأيضاً على مستوى بعض العناصر النادرة مثل النحاس والزنك ومستوى الإنزيمات والدهون ومستوى البروتين وأجزاء المختلفة.

وعن معدل أداء النمو ومستوى الهرمونات للعجول المولودة بعد حقن أمهاتها بعنصر السيلينيوم قبل الولادة قام (Youssef et al. 2000) بإجراء

للدراسة على عشر أبقار فريزيان فى المرحلة الأخيرة من الحمل بحقتها فى العضل بمائة ملليجرام سيلينيوم على هيئة صوديوم سيلينيت، مقسمة على جرعتين بفاصل أسبوع بينهما. فى حين كان هناك سبع أبقار تحت نفس الظروف تركت بدون حقن كمجموعة ضابطة. تم تسجيل أوزان العجول المولودة عند الولادة وأسبوعياً حتى الأسبوع الخامس عشر بعد الولادة. وتم أخذ عينات دم فى الأيام ١، ١٠، ٢٠، ٣٠ و٤٠ بعد الولادة لقياس الهرمونات. وقد أثبتت النتائج الآتى:

١- أن هناك تحسناً واضحاً فى أوزان العجول بزيادة قدرها ١٠,٧ كجم عن مثيلاتها فى المجموعة الضابطة فى نهاية التجربة (١٥ أسبوعاً) وأيضاً زيادة فى معدل النمو بمتوسط قدرة ١٣,٧٤% فارتفع معنوياً المتوسط العام فى الأسبوع للزيادة المكتسبة فى الوزن (٤,٢٤ بالمقارنة مع ٣,٦٤ كجم فى المجموعة الضابطة) ولمعدل النمو أيضاً (٨,٤٢ بالمقارنة مع ٧,٨٤% فى المجموعة الضابطة).

٢- هناك أيضاً زيادة معنوية فى الهرمونات المتعلقة بالنمو فى دم العجول المولدة، هرمونات النمو (الكلى والحر والمرتبطة بالبروتين) وهرمون البرولاكتين (الكلى والمرتبطة بالبروتين) والهرمون الحاث للغدة الدرقية. وذلك فى اليوم الأول بعد الولادة. وقد أستمّر هذا التأثير الإيجابى على هرمون النمو الحاث للغدة الدرقية حتى اليوم الأربعين بعد الولادة.

النظائر المشعة وعلاج الأمراض الجلدية:

وقد أوضحت نتائج البحوث والدراسات الحديثة أن هناك عدداً من النظائر المشعة كالذهب المشع والفسفور المشع واليود المشع وأيضاً الصوديوم المشع وهذه النظائر تستخدم فى علاج الكثير من أنواع الأمراض

التي تتعرض لها الحيوانات الزراعية. فقد ثبت علمياً أن بعض هذه النظائر عندما تتحل ينطلق منها أشعة بيتا، وهذه الأشعة عندما يمتصها جلد الحيوان فأنها تساعد على شفاء كثير من الأمراض الجلدية والسطحية التي تصيب الحيوانات الزراعية.

ويتم علاج الأمراض الجلدية وذلك بتحضير بعض الأطباق من البلاستيك التي تحتوى على النظير المشع الذي يستخدم فى العلاج أو بغمس قطع من القماش القطنى فى محلول مائى لأحد أملاح النظير المشع ثم يتم تجفيفها وتغليف بقطع رقيقة من السيلوفان وتوضع على الأجزاء المصابة. ولقد ثبت أن لهذه العملية أثر فعال فى القضاء على الكثير من الأمراض السطحية والجلدية فى كل من الإنسان والحيوان.

الأستراتشيوم المشع وعلاج أمراض العيون:

وفى مجال أمراض العيون يستخدم النظير المشع لعنصر الأستراتشيوم والذي يبلغ وزنه الذرى ٩٠ فى علاج العديد من أمراض العيون. وأيضاً يستخدم نفس النظير المشع فى علاج بعض الأمراض الجلدية التي تتعرض لها بعض الحيوانات الزراعية.

اليود المشع لتتبع أكلمة الحيوانات الزراعية:

ومن الأبحاث التطبيقية التي استعملت فيها النظائر المشعة بحثاً كان الهدف منه مدى تيسير أكلمة الحيوانات الزراعية وبالتالي تيسير تصديرها أو إستيرادها من الدول المختلفة. فمن المعروف علمياً أن هناك بعض الحيوانات الزراعية لا يمكنها تحمل درجات معينة من الحرارة أو درجات معينة من الرطوبة. وعلى ذلك أخذ منفذى هذا البحث بالتنقيب والبحث عن طريقة يمكن بها اختبار مدى وقوة مقاومة بعض الحيوانات الزراعية لدرجات الحرارة أو

الرطوبة العالية، وذلك بهدف انتخاب ما يناسب منها أجواء مناطق محددة فيتم العمل على إكثارها وانتخاب الأفراد التي يمكن أن تتوالد بنجاح في تلك المناطق بالذات.

وقد أتبع في هذا البحث طريقة مبسطة يستخدم فيها الـيود المشع حيث أن المعروف علمياً أن الغدة الدرقية في جسم الحيوان هي التي تقوم بامتصاص الـيود. وتعتبر الغدة الدرقية هي الجهاز الأساسي في الجسم والمختص بتعديل درجات الحرارة فيه.

ولمعرفة مدى مقاومة بعض أنواع الحيوانات الزراعية لدرجات الحرارة العالية فإن هذه الحيوانات تحقن بكميات ضئيلة من الـيود المشع ثم يتم تعريضها إلى درجات مختلفة من الحرارة، ثم يتم قياس ما امتصته هذه الحيوانات من الـيود المشع وذلك بواسطة تعريض غدها الدرقية لجهاز عداد جيجر الخاص بعد الإشعاعات الذرية والتي تنطلق من الـيود المشع.

ولقد تبين من نتائج هذا البحث أنه كلما كان نشاط الغدة الدرقية أقل أي كلما كان امتصاص الغدة الدرقية للـيود المشع أقل كلما كانت مقاومتها للحرارة أكبر والعكس صحيح. وبهذه التقنية يمكن اختيار الحيوانات الزراعية التي تمتلك مقاومة كبيرة لدرجات الحرارة العالية وذلك حال ما إذا أردنا أن نصدر حيوانات مثلاً إلى منطقة درجة حرارتها أعلى.

النظائر المشعة وتنبع معدلات النمو:

وفي مجال زيادة الإنتاج الحيواني تمت العديد من الدراسات والبحوث والتي استخدمت فيها الإشعاعات الصادرة من النظائر المشعة في مجال تغذية الحيوانات الزراعية ومعرفة مدى تأثيرات التغذية المختلفة على

معدلات النمو وكيفية تمثيل الغذاء في جسم الحيوان والمدة التي تمكثها لينة مادة غذائية من تناول الحيوان لها حتى تصبح ممثلة في أى جزء من جسمه.

فقد أمكن بفضل إستخدام الإشعاعات الصادرة من النظائر المشعة من نتوصل إلى معرفة العناصر الضرورية لغذاء مختلف أنواع الحيوانات الزراعية. وقد أمكن أيضاً تحديد ما تحتاج إليه هذه الأنواع الحيوانية من العناصر المعدنية، وقد أمكن بإستخدام الكبريت المشع إثبات أن عنصر الكبريت يعتبر من أهم العناصر التي يجب إضافتها إلى علائق الحيوانات الزراعية وذلك لدخوله في تركيب البروتين الطبيعي. كما يلزم وجود الكبريت لتكوين البروتين الميكروبي في كرش الحيوان بمعدل جيد، وأشهر مصادر الكبريت المضافة هي الكبريت المسحوق أو كبريتات الصوديوم. وقد أوضحت نتائج الدراسات البحوث الحديثة أن الأغنام تحتاج إلى كمية من عنصر الكبريت أكبر من تلك التي تحتاجها الماشية كما تحتاج الحيوانات في أعمارها الصغيرة إلى كمية أكبر من مثيلاتها البالغة.

العناصر المشعة وتحديد الفيتامينات الهامة:

وقد أمكن عن طريق إستخدام النظائر المشعة تحديد الفيتامينات التي تحتاج إليها الأنواع الحيوانية. وبإستخدام نتائج البحوث في هذا المجال أمكن توفير الكثير من نفقات تغذية الأنواع الحيوانية وكذلك الاستفادة الكاملة من المخلفات الزراعية خاصة بعد إضافة بدائل البروتين إليها والمتمثلة في حقن الأمونيا أو إستخدام اليوريا بنسب محددة وتحويلها من مخلفات تقليدية إلى مخلفات زراعية غير تقليدية وبذلك تصبح ذات قيمة غذائية عالية خاصة للحيوانات المجترة.

الإشعاعات الذرية وتتبع الخطوات الفسيولوجية:

وقد كان للإشعاعات الذرية أهمية كبيرة فى دراسة وتتبع الخطوات الفسيولوجية المختلفة فى أجسام الحيوانات الزراعية وكذلك تتبع العمليات الدقيقة التى يتم بها التمثيل الغذائى وتحديد أنسب الأوقات التى يمكن أن يقدم فيها الغذاء لمختلف الأنواع الحيوانية، وكذلك تحديد أى الفترات فى عمر الحيوان التى تشتد فيها معدلات نموه ويزداد إقباله على مواد الأعلاف المقدمة له حتى يتسنى الاستفادة بذلك من الحصول على الكميات الاقتصادية من اللحوم والألبان والأصواف والبيض وسائر المنتجات الحيوانية. كذلك باستخدام الإشعاعات الذرية يمكن تتبع تمثيل المواد الغذائية فى الأعضاء المختلفة وكذلك معرفة السرعة التى يتم بها انتقال المادة الغذائية إلى الدم ووصولها إلى الأعضاء المختلفة حيث يتم تغذية الحيوانات التى تحت الدراسة على أغذية تحتوى عناصر معينة ذات نشاط إشعاعى. وهذه العناصر المشعة تقصص عن نفسها وذلك من خلال ما تصدره من إشعاعات ذرية يمكن عن طريقها أن نتعرف بيسر على العضو الذى وصلت إليه من جسم الحيوان وذلك باستعمال أجهزة العدادات الذرية والتى سبق الإشارة إليها فى الباب الأول من هذا الإصدار.

ولقد أدى استخدام هذه الطرق إلى إثبات أن الأغذية التى يتناولها الحيوان تستعمل أولاً فى بناء أنسجة الجسم ، بينما تتحل المواد الأصلية التى كانت تتكون منها الأنسجة السابقة وتستعمل فى إنتاج الطاقة الحرارية اللازمة للعضو. وبذلك رفضت النظرية القديمة التى كانت تفترض أن المواد التى تبني الأنسجة تبقى فى العضو مدة طويلة. كذلك من الحقائق العلمية التى تم التوصل إليها نتيجة استعمال الإشعاعات الذرية هى أن نصف بروتين الكبد يتجدد فى مدى ثمانية أيام من الأغذية الجديدة التى يمتصها العضو نفسه وهذا

ينطبق أيضا على العضلات والمواد الدهنية فإنه تبني من جديد. وقد ثبت أن العظام لا تبقى بدون تغيير. فقد ثبت علمياً أن الفوسفور المشع يتجه في مجموعه إلى العظام تقريباً ومن هذا يتبين أن الفوسفور الذى يعتبر أحد المكونات الرئيسية للهيكل العظمى يستبدل بفوسفور جديد باستمرار.

وقد أدى إستخدام الكربون المشع فى بعض المواد العلفية المقدمة للأنواع الحيوانية المختلفة إلى معرفة أى الأغذية أو الأعلاف الأسرع تمثيلاً فى جسم كل نوع من الحيوانات وذلك بتتبع الإشعاعات الصادرة من ذرة الكربون المشع ووصولاً إلى ثانى أكسيد الكربون الخارج من جسم الحيوان على هيئة زفير وبذلك أمكن الوصول إلى تحديد أسرع المواد تمثيلاً فى جسم الحيوان.

الإشعاعات الذرية والحقائق العلمية فى تغذية الدواجن:

وقد أوضحت دراسات الإشعاعات الذرية الصادرة من النظائر المشعة والتي نفذت فى مجال تغذية الدواجن الحقائق العلمية التالية:

أولاً: عنصر الكالسيوم:

يضاف عنصر الكالسيوم إلى علائق الكتاكيت بنسبة ١% ويضاف فى علائق البدارى بنسبة ٠,٥% أما عليقة النجاج البياض فيضاف إليها عنصر الكالسيوم بنسبة تتراوح من ٢,٧٥ - ٣,٥ ويتوقف ذلك على طبيعة الإنتاج. وتجدر الإشارة هنا إلى أن احتياج الكتاكيت من هذا العنصر هو ١% فقط من العليقة وذلك لأن للكتكوت يكون فى مرحلة بناء هيكله العظمى. أما فى علائق البدارى فإنه يكتفى بعلائق تحتوى على ٠,٥% من عنصر الكالسيوم حيث أن الطائر فى هذه المرحلة يكون قد أنهى من بناء هيكله العظمى. ويحتاج الطائر فى هذه المرحلة الكالسيوم لاتمام العمليات

الفسيولوجية جسمه. أما بالنسبة للدجاج المنتج للبيض فقد ثبت أن احتياجه لعنصر الكالسيوم يكون بغرض تكوين قشرة البيض وأنه كلما زاد إنتاج الطائر من البيض كلما زاد احتياجه لعنصر الكالسيوم.

وقد أوضحت نتائج البحوث في هذا المجال بأن كل بيضة تسحب من جسم الطائر حوالي ٤ - ٦ جرام من عنصر الكالسيوم. كما أثبتت نتائج البحوث أنه خلال فصل الصيف يزداد احتياج الطائر لعنصر الكالسيوم ويعزى السبب في ذلك إلى قلة استهلاك الطائر من العليقة. كما أن الطائر الذي يربى في البطاريات يحتاج إلى نسبة عالية من عنصر الكالسيوم ويعزى السبب في ذلك إلى أن الطائر الذي يربى على الأرض يجد فيها مصادر أخرى من عنصر الكالسيوم.

ثانياً: عنصر الفوسفور:

تحتوى العلائق المثلّى للكتاكيت على فوسفور كلى بنسبة ٠,٦% وتحتوى علائق البدارى على ٠,٤% وعلائق الدجاج للبيض على ٠,٥%. هذا وقد ثبت من خلال دراسات الفوسفور المشع (P^{32}) أن المواد الغذائية التى تقدم للطيور تحتوى على أجزاء لا يمكن هضمها والمتمثلة فى مادة الفيتين ولذا فإن الطائر يحتاج إلى نسب من الفوسفور المهضوم فى حدود ٠,٤٥% فى عليقة الكتاكيت ، ٠,٣٥% فى عليقة البدارى و ٠,٣% فى علائق الدجاج للبيض.

ثالثاً: ملح كلوريد الصوديوم:

بإستخدام الصوديوم المشع أمكن تحديد الكميات التى يحتاج إليها الطائر من ملح كلوريد الصوديوم. فأوصت بعض الدراسات بأن يضاف هذا الملح بنسبة تتراوح بين ٠,٢ - ٠,٥% وبذلك توفر احتياج الطيور من عنصر الصوديوم الذى يجب أن تتراوح نسبته فى العلائق بين ٠,١ -

١٢,٠% للكثاكية والبدارى والدجاج البياض. وتجدر الإشارة هنا إلى أن العلائق التى تقدم للطيور يجب أن تتراوح بها نسبة الكلورين بين ٠,٠٦ - ٠,٠٨%. هذا وقد أوصت بعض الدراسات والبحوث الحديثة أنه عند استخدام بعض أنواع مساحيق الأسماك التى تحتوى على نسب مرتفعة من ملح كلوريد الصوديوم قد تزيد عن ٥% يجب مراعاة حساب الكمية الكلية من ملح كلوريد الصوديوم الداخلة فى تركيب مسحوق السمك وخصم هذه الكمية من احتياج الطيور للملح. ويوصى بعدم إضافة ملح كلوريد الصوديوم إلى العلائق التى تحتوى على مسحوق السمك بنسبة تتراوح بين ٥ - ٧%.

رابعاً: عنصر البوتاسيوم:

بإستخدام البوتاسيوم المشع أمكن تحديد الكميات التى يحتاج إليها الطائر من عنصر البوتاسيوم. وقد أثبتت نتائج الدراسات والبحوث أن الكثاكية تحتاج إلى علائق تحتوى على ٠,٢% من عنصر البوتاسيوم وتحتاج البدارى إلى علائق تحتوى على نسبة ٠,١٦% والدجاج البياض يحتاج إلى ٠,١% من عنصر البوتاسيوم. وعادة لا يضاف هذا العنصر ويعزى السبب فى ذلك إلى احتواء معظم العلائق التى تقدم للطيور على هذه النسب.

خامساً: عنصر المنجنيز:

أوضحت نتائج البحوث والدراسات أنه يجب أن يضاف عنصر المنجنيز إلى علائق الكثاكية والبدارى بمعدل يتراوح بين ٥٠ - ٦٠ جرام / طن، أما علائق الدجاج المنتج لبيض الأكل يجب أن يضاف إليها المنجنيز بمعدل يتراوح بين ٣٠ - ٤٠ جرام / طن. أما علائق الدجاج المنتج لبيض التفريخ فيجب أن يضاف إليها عنصر المنجنيز بمعدل ٦٠ جرام / طن. هذا وقد أوصت نتائج الدراسات والبحوث أنه عند ظهور أعراض نقص المنجنيز

على الطيور يمكن أن يزداد المعدل المضاف من هذا العنصر إلى ١٠٠ جرام / طن من العليقة وذلك لمدة ثلاثة أسابيع ثم يضاف المعدل الطبيعي من عنصر المنجنيز لعلائق الطيور.
سلباً: أملاح العناصر النادرة:

أوضحت نتائج الدراسات والبحوث الحديثة أن الطيور تحتاج إلى أملاح العناصر النادرة بكميات قليلة جداً والجدول رقم (٧) يوضح المعدلات التي يجب إضافتها من العناصر النادرة إلى علائق الدجاج.

جدول (٧):المعدلات التي يجب إضافتها من العناصر النادرة إلى علائق الدجاج.

البياض	البدارى	الكناكيت	العنصر النادر
جرام لكل طن من العليقة			
٤٠	٢٠	٢٠	زنك
٣٠	٢٥	٢٥	حديد
٤-٣	١,٥	١,٥	نحاس
٠,٥-٠,٣	١,٣٥	٠,٥	يود
٠,١	٠,١	٠,١	سيلينيوم

ومن المرء السابق يتضح مدى أهمية الإشعاعات الذرية الصادرة من النظائر المشعة فى تقهم العديد من العمليات الفسيولوجية والحيوية التى تتم فى دحل أجسام الحيوانات الزراعية والطيور ولتى كان لها مردوداً فعالاً

وهاماً في زيادة الإنتاج الحيواني زيادة كبيرة وذلك اعتماداً على نتائج
ألداسات والبحوث التي نفذت في هذه المجالات.

تأثير التشعيع على القدرة الحفظية للدواجن المبردة أو المجمدة:

نظراً لأهمية الإشعاع الجامي الصادر من الكوبالت ٦٠ في إطالة
فترة حفظ الدواجن المبردة أو المجمدة فقد أوضح داود (٢٠٠٠) أنه تم
إستخدام خمس مجموعات من الدواجن (بدارى للتسمين) المنبوحة ومنزوعة
الأحشاء إستخدمت منها مجموعة ضابطة (كنترول) والأربع مجموعات
الأخرى تم تعريضهم لجرعات مختلفة من مصدر الكوبالت ٦٠ الموجود
بهيئة الطاقة الذرية، وكانت هذه الجرعات على التوالي ٢ ، ٤ ، ٦ و ٨ كيلو
جراى. وتم حفظ هذه المجموعات بعد التشعيع مباشرة في درجة حرارة
التبريد وهى ٤ درجات مئوية. ثم تم تتبع التغيرات فى الجودة الحسية
والكيميائية والميكروبيولوجية لبدارى للتسمين المعاملة بجرعات مختلفة من
أشعة جاما وذلك بهدف تحديد مدى جودتها وسلامتها للاستهلاك الأسمى
خلال فترة التخزين بالتبريد.

وقد أظهرت النتائج أن الإشعاع الجامي يؤدى إلى الآتى:

١- يؤخر من ظهور علامات الفساد الظاهرى ويحسن من الجودة الحسية
وإطالة فترة حفظ الدواجن من خمسة أيام فى حالة المجموعة الضابطة
إلى ٢١ يوماً فى حالة المجموعات المعاملة بجرعات عالية ٦ و ٨
جراى.

٢- يقلل من سرعة تطور علامات الفساد الكيميائى وخصوصاً رقم
الحموضة (pH) والنيتروجين الكلى المتصاعد والإقلال من المحتوى
الرطوبى للدواجن.

٣- وجد أن الجرعات ٦ ، ٨ كيلو جرای كانت أكثر فاعلية في تأخير سرعة الفساد البكتري وفي القضاء على ميكروبات التسمم الغذائي وتأخير وصول العد الميكروبي إلى الحدود الخطرة، حيث لم يتم عزل أي من ميكروبات الليستريا مونوسيتوجين في العينات المعاملة بالإشعاع. بينما تم عزل عدد من عترات الميكروبات القولونية والسالمونيلا والمكورات العنقودية في العينات المعاملة حتى ٤ كيلو جرای.

٤- لوحظ عند إجراء عملية التشعيع وخصوصاً عند استخدام الجرعات ٦ و ٨ كيلو جرای ظهور رائحة غير مرغوب فيها ولكن اختفت هذه الرائحة بعد أيام قليلة من عملية التشعيع.

٥- أوضحت النتائج فائدة استخدام وتطبيق الإشعاع الجامي كمكمل لعملية حفظ الدواجن بالتبريد في إطالة فترة صلاحيتها للتخزين كما زاد من جودتها وسلامتها.

تأثير التشعيع على القدرة الحفظية للأسماك:

أوضح *Hafiz et al. (1987)* مدى تأثير أشعة جاما على القدرة الحفظية لأسماك البلطي. وذلك من خلال الدراسة التي استخدمت فيها جرعات مختلفة من أشعة جاما حيث شملت ٢٠٠ ، ٥٠٠ كيلو راد وجرعة مرتفعة بلغت ١ ميغا راد. وتم تخزين أسماك البلطي التي عوملت بالإشعاع على درجة ٤ مئوية وذلك بعد إجراء عملية التشعيع مباشرة.

كما درس تأثير نقع أسماك البلطي في محلول يتكون من حامض الستريك وبيروفسفات الصوديوم على صفات الأسماك حيث لوحظت أن التغيرات الغير مرغوبة والتي تحدث في كل من الصفات الكيماوية والطبيعية

كانت ملحوظة بدرجة أكبر في الأسماك غير المنقوعة في المحلول المذكور بالمقارنة بالسمك المنقوع في هذا المحلول قبل تشعيه.

هذا وقد تمت دراسة تأثير الجرعات المختلفة على محتوى أسماك البلطي من كل من الرطوبة، البروتين، الدهون والرماد وكذلك تم عمل بعض الاختبارات مثل تقدير النيتروجين الكلي المتطاير، للترأى ميثايل أمين والأزوت الأميني بالإضافة إلى دراسة رقم حامض الثيوباربيتوريك كمؤشر ودليل على أكسدة الليبيدات التي تحدث أثناء التخزين بالتبريد.

وقد أظهرت النتائج أن استخدام جرعة ٢٠٠ كيلو راد فى تشيع الأسماك أدت إلى خفض التغيرات الغير مرغوبة فى التركيب الكيماوى أثناء تخزين الأسماك وذلك بالمقارنة بالجرعات المرتفعة. وقد أكدت نتائج الدراسة على أنه نتيجة للفقء الملحوظ فى مقدرة الأسماك على الاحتفاظ بالماء وبالتالى حدوث فقء فى طراوة الأسماك أثناء عملية التشيع لذلك أوصت نتائج هذه الدراسة بتشيع أسماك البلطى بجرعات تشيع من ٢٠٠ - ٥٠٠ كيلو راد.

كذلك أوضحت نتائج للدراسة التى قام بها (Atia 1997) والتى كان الهدف منها هو متابعة مدى تأثير التشيع على القدرة الحفظية لأسماك الماكربل المنخنة على الساخن ومقدرة التلاؤ للحرارى والكيماوى. حيث تم تخنين أسماك الماكربل على الساخن ثم تشيعها بجرعات صفر ، ١,٥ و ٣,٠ كيلو جرى (KGy) بواسطة أشعة جاما وإستخدم الكوبلت ٦٠ كمصدر للإشعاع. وبعد إجراء التشيع تم للتخزين على درجة حرارة ٤ درجة مئوية. وتم دراسة الخواص العضوية الحسية والميكروبيولوجية وبعض الخصائص الكيماوية. وقد أظهرت النتائج الآتى:

١- أن الأسماك المدخنة المشبعة كانت مقبولة من المحكمين لمدة ٢١ يوم بينما الأسماك غير المشبعة تم رفضها بعد ٩ أيام من التخزين.

٢- أدى التشيع إلى انخفاض سريع في العدد الكلى للبكتريا بمقدار ٠,٨ و ١,٢ لوغار يتم لكلا من العينات التي شعت بجرعات ١,٥ و ٣,٠ كيلو جرى (K Gy) على التوالي.

٣- تشيع أسماك الماكريل المدخنة أدى إلى انخفاض معدل تكوين الهستامين والقواعد النيتروجينية الطيارة (TVB-N).

٤- أوضح تحليل الأحماض الدهنية (FA) أن التشيع أدى إلى انخفاض في نسبة الأحماض الدهنية C16:1, C16:0 مع ارتفاع في نسبة الأحماض الدهنية C18:1, C18:0.

٥- أوضحت النتائج أيضاً مقدرة تكتيكات التلاكو الحرارى والكيمائى على التفريق بوضوح بين الأسماك المدخنة المشبعة وغير المشبعة ولمدة تصل إلى ٢١ ، ٧ يوم من التخزين على التوالي.

٦- أوضحت الدراسة أنه لتجنب المشاكل الصحية فإن الأسماك المدخنة على الساخن يجب أن تشيع بجرعات ١,٥ كيلو جرى وتخزن على درجة حرارة ٤ درجة مئوية خلال فترة الصلاحية للاستهلاك.

الباب الخامس

التأثيرات الضارة للإشعاعات ووسائل الوقاية منها

- التأثيرات الوراثية في الحيوانات
- التأثيرات الوراثية في النباتات
- التأثيرات الكيميائية للإشعاعات الذرية
- أخطار الإشعاعات الذرية على الإنسان
- وسائل الوقاية من الإشعاعات الذرية
- التوصيات الخاصة بإزالة التلوث عن الأماكن والأدوات
- التوصيات الخاصة بإزالة التلوث الإشعاعي عن الأفراد
- إرشادات عامة
- شروط القواعد الصحية للعاملين بالنظائر المشعة
- العوامل التي تحدد خطورة العنصر المشع
- تقسيم العناصر المشعة من حيث الخطورة
- الخطوات التي يجب إتباعها عند حدوث التلوث
- تعليمات سبل الوقاية الفردية
- تعليمات سبل الوقاية الخاصة بأماكن العمل
- المصطلحات الهامة عن الإشعاعات والنظائر المشعة
- الجرعات المسموح بها للعاملين وغير العاملين
- تقنيات العلاج من أضرار الإشعاعات الذرية

الباب الخامس

التأثيرات الضارة للإشعاعات ووسائل الوقاية منها

سبق أن أوضحنا في الأبواب السابقة من هذا الإصدار أهمية الإشعاعات الذرية على كل من الحاصلات الزراعية وأيضاً على حيوانات المزرعة وذلك من ناحية الإستخدامات الإيجابية التي تعمل على زيادة الإنتاجية للزراعة. وسوف نناقش في هذا الباب العديد من التأثيرات الضارة للإشعاعات الذرية أخص في الاعتبار عرض أهم وسائل الوقاية من هذه الإشعاعات.

التأثيرات الوراثية في الحيوانات:

أثبتت العديد من الدراسات والبحوث الحديثة أن للإشعاعات الذرية تأثيرات بيولوجية خطيرة تمس صميم الحياة في الكائنات الحية خاصة عندما تتعرض هذه الكائنات لجرعات كبيرة تفوق الجرعات المسموح بها. وقد ثبت أن الأضرار التي تنتج عن هذه الإشعاعات تصيب الحيوانات ويمتد تأثيرها لتصيب ذريتها من بعدها فتتوارثها جيلاً بعد جيل. وقد ثبت علمياً أيضاً أن أشعة أكس تقتل حساسية الخلايا وتضر بالأجنة الحيوانية في بطون أمهاتها ضرراً بالغاً فهي تشوه خلقتها وتمرضها وهذا بدوره يؤدي إلى قصر عمرها.

التأثيرات الوراثية في النباتات:

سبق أن أوضحنا في الباب الثالث من هذا الإصدار أن الإشعاعات الذرية تحدث طفرات في النباتات. وتوظف هذه الخاصية في تنشئة وتنمية

المسلالات الجديدة وذلك بتعرض البذور للإشعاعات الذرية أو بتعرض الأشجار ثم إكثارها أو بتعرض حبيبات اللقاح وإستخدامها بعد ذلك لإنتاج البذور. والأشعة التى تستخدم فى هذا الغرض هى أشعة إكس وأشعة جاما المنبعثة من الكوبالت ٦٠ وكذلك تستخدم النيوترونات وفى بعض الأحيان تستعمل أشعة بيتا المنبعثة من النظير المشع للفوسفور وغيرها.

وقد ثبت علمياً أن تأثيرات الإشعاعات الذرية فى إحداث مثل هذه الطفرات يختلف باختلاف أنواع الإشعاعات ومقادير الجرعات المستخدمة ونسبة الرطوبة عند إجراء عملية التعريض والمدة التى تتقضى بين التعريض للأشعة وبين الإنبات وعموما يتوقف ذلك على نوعية البذور أو النباتات.

التأثيرات الكيميائية للإشعاعات الذرية:

لُتُبِت نتائج العديد من الدراسات والبحوث الحديثة أيضاً أن للإشعاعات الذرية تأثيرات عديدة على التفاعلات الكيميائية. حيث تؤدي فى بعض الأحوال إلى تحسين خواص بعض المواد وهذا بدوره يؤدي إلى ارتفاع قيمتها الصناعية. هذا وقد ثبت أن الإشعاعات الذرية فى بعض الأحوال تؤدي إلى تكوين مواد جديدة، ومن الناحية الميدانية والتطبيقية وجد أن استعمال الإشعاعات الذرية فى صناعة المطاط أثر بالغ الأهمية فى تقليل المقادير اللازمة من عنصر للكبريت ومن الحرارة وهذا بدوره يؤدي إلى الحصول على أنواع أصلح وأجود لصناعة إطارات السيارات. كما ثبت أن الإشعاعات الذرية تكسب بعض اللدائن خصائص وصفات جديدة.

أخطار الإشعاعات الذرية على الإنسان.

ثبت علمياً أن للإشعاعات الذرية تأثيرات ضارة على الآمينين حيث تؤثر على كرات الدم البيضاء والحمراء والصفائح الدموية وهذا بدوره يؤدي

إلى وهن الجسم وبالتالي تننى مقاومته وقد يصل الأمر إلى ارتفاع حرارته وظهور العديد من التقرحات والالتهابات به وفقر عام بالدم الذى يحويه هذا الجسم، وكما هو معروف علمياً أنه عند تننى وانخفاض عدد الصفائح الدموية ببلزما الدم عن حد معين يصاب الإنسان بالنزيف من الأنف أو من الرئتين أو غيرهما وهذا بدوره يؤدي فى كثير من الحالات إلى الموت والهلاك. كما تؤثر الإشعاعات الذرية فى كلا من عمسة العين والغدد الجنسية وتحدث بهما العديد من أنواع الأورام والسرطانات.

أما العمال الذين يمارسون أعمالهم فى مناجم المواد المشعة وأيضاً فى منشآت مفاعلات القوى فالخطر الذى يداهمهم ينتج عن طريق الاستنشاق وذلك أثناء فترات العمل فى هذه المنشآت، وحال احتواء الهواء على عناصر مشعة طويلة الأجل فعند استنشاقها أيضاً تتركز فى الجهاز التنفسى وخاصة فى الرئة وهذا بدوره يؤدي إلى انتقال هذه العناصر عبر الجهاز الدور إلى الهيكل العظمى ومن هنا تكمن خطورة هذه المواد. حيث تنبعث من هذه العناصر إشعاعات ذرية تصيب الجهاز الدورى بالعديد من الأمراض أهمها مرض اللوكيميا بالإضافة إلى ظهور العديد من أنواع السرطانات بالجسم التى احتجزت به مثل هذه العناصر.

وعند مناقشة تأثيرات الإشعاعات الذرية الناتجة من تفجير القنابل الذرية على الإنسان فقد دلت العديد من الإحصاءات اليابانية على أن نسبة المصابين بسرطانات الدم من بين سكان ناكازاكي وهيروشيما الذين نجوا من أخطار هذه القنابل، هى أعلى بكثير من نسبة المصابين بسرطانات الدم من السكان الذين لم يتعرضوا للإشعاعات الذرية والنووية.

وقد ظهرت أعراض أمراض سرطانات الدم وذلك بعد مرور عدة سنوات من تاريخ التقجير. ويستدل من هذا إن أخطار الإشعاعات لا تظهر تَوّاً وإنما تظهر بعد مدة من بدء التعرض للإشعاعات، ويتوقف طول هذه المدة على كمية الإشعاع ونوعيته. وقد ثبت إن لهذه الإشعاعات تأثير مباشر على جميع عناصر البيئة المتمثلة فى الأرض والماء والهواء والزرع والضرع وعلى جميع أنواع الحيوانات البحرية العذبة منها والمالحة، فبعد سنوات والإنسان يستعمل هذه الأغذية إعتقاداً منه أنها سالمة وخالية من المواد المشعة، لكنه يصاب بما أصيبوا به مع تركيز أعلى.

ومن أخطر وأشد تأثيرات الإشعاعات الذرية والنووية تلك الآثار الوراثية والتي يمكن أن تتمثل فى إنباب أطفال مشوهين جسمىاً أو معاقين عقلياً. والإشعاعات الذرية المنبعثة من تقجير القنابل الذرية والهيدروجينية والتي يمكن اعتبارها (الإشعاعات الذرية) جزئيات متناهية فى الصغر كما سبق القول تنطلق بسرعة كبيرة جداً حيث تصطدم بالأشخاص الذين يعترضون مسارها، وقد ثبت علمياً إن بعضها ينفذ من الجسم بسهولة والبعض الآخر يحتجز به. هذا وقد ثبت علمياً أيضاً أن أعضاء الجسم ليست متساوية الحساسية بالنسبة إلى الأنواع المختلفة من الإشعاعات الذرية والتي سبق توضيحها فى الأبواب السابقة من هذا الإصدار.

وقد أوضحت نتائج العديد من الدراسات والبحوث الحديثة أن أكثر أعضاء الجسم حساسية للإشعاعات الذرية هى الأعضاء المكونة للجهاز الدورى والجهاز الهضمى والجلد وأيضاً الغدد التناسلية. فالأعضاء المكونة للدم وهى نخاع العظام والغدد الليمفاوية والتي تصنع كرات الدم الحمراء والبيضاء والصفائح التى تساعد الدم على التجلط وأيضاً الطحال الذى يقوم

بتخزين الدم. وقد ثبت أن تعريض الأعضاء المكونة للدم للإشعاعات الذرية باختلاف أنواعها يؤدي إلى تكثي عدد كريات الدم الحمراء وهذا بدوره يؤدي إلى حدوث فقر في الدم وتظهر بذلك أمراض الأنيما الحادة والمزمنة ويترافق ذلك بحدوث تضخم في الطحال الناتج عن تأثير الإشعاعات الذرية على الأنسجة المكونة له، وكذلك تكثي عدد كرات الدم البيضاء وهذا بدوره يؤدي إلى ضعف مقاومة ومناعة الجسم ومن ثم يصاب بالعديد من الأمراض المختلفة وقد يؤدي ذلك في نهاية الأمر إلى الهلاك. كما وإن تكثي عدد الصفائح الدموية يحدث العديد من الاضطرابات في عملية تخثر وتجلط الدم ويحدث نتيجة لذلك النزيف من الأنف والقم وخاصة من اللثة والرتنين والمعدة والأمعاء.

وبالنسبة للجهاز الهضمي فتتركز هذه الإشعاعات بجميع الأعضاء المكونة له وينجم عن ذلك العديد من التقرحات في الأغشية المبطنة لجدار المعدة والأمعاء بنوعها وهذا بدوره يؤدي إلى حدوث العديد من الاضطرابات الهضمية والتي تتمثل في الغثيان والقيء وأيضاً فقدان تام للشهية مع وجود حالات متكررة للإسهال، وغالباً ما تظهر الفضلات الأمية مختلطة بالدم. وقد لا يعلم الكبد من تأثير هذه الإشعاعات وبالتالي ظهور العديد من الاضطرابات في مستويات إنزيماته. وأما بالنسبة لخط الدفاع الأول للجسم والمتمثل في الجلد فهو أول من يتأثر بجرعات الإشعاعات الذرية وينتج عن أثر ذلك سقوط الشعر الذي يدرك عادة بعد مضي خمسة عشر يوماً من بدء التعرض للإشعاعات ويستمر بعد ذلك لمدة ١٥ - ٢١ يوماً. وقد تظهر سرطانات الجلد باختلاف أنواعها وذلك تبعاً للجرعات ونوعية الإشعاعات الذرية.

وبالنسبة للغدد التناسلية فقد ثبت علمياً أن تعرض الأعضاء التناسلية للرجال والنساء للإشعاعات الذرية ينتج عنه عقماً مؤقتاً لدى الجنسين. هذا وقد ثبت علمياً أن هذا العقم المؤقت ليس له تأثير على القدرة الجنسية لدى الجنسين. ولكن في النساء غالباً ما تحدث اضطرابات في الدورة الشهرية تصل إلى حد انقطاع الطمث وقد ترتفع حرارة أجسامهن. والنساء الحوامل كثيراً ما تجهضن حال تعرضهن للإشعاعات الذرية والنووية. وتشير نتائج العديد من الدراسات والبحوث الحديثة إلى أن الرجال والنساء الذين يصابون بالعقم المؤقت نتيجة تعرضهم إلى الإشعاعات الذرية ينسلون أطفالاً مشوهين جسدياً أو معاقين عقلياً أو مضطربين نفسياً أو من زوى العاهات والعقد النفسية. ولذا أولت الدوائر العلمية ومنظمات الصحة العالمية اهتماماً خاصاً بتقنيات ووسائل حماية عناصر البيئة من أضرار الإشعاعات الذرية والنووية.

وسائل الوقاية من الإشعاعات الذرية:

نظراً لخطورة هذه الإشعاعات على عناصر البيئة فيجب اتخاذ كل الاحتياطات لدرء أخطار التعرض للإشعاعات الذرية وذلك في جميع الأعمال والتطبيقات الذرية والمنتملة في محطات القوى النووية وكذلك في مصانع استخلاص اليورانيوم وعند إعداد عناصر الوقود النووي وأيضاً في مناجم المعادن المشعة، وفي استخدامات الإشعاعات والنظائر المشعة في الأغراض الطبية والعلمية والزراعية وغيرها. ومن أهم عوامل الوقاية حسن اختيار المواقع التي تنشأ فيها المنشآت الذرية ففي جميع الدول المهمة بهذا المجال لا يسمح بإقامة مساكن أو بتربية الحيوانات الزراعية أو بالزراعة على مقربة كيلو متر من هذه المنشآت. وفي كثير من الدول يتم تحديد موقع هذه المنشآت بحيث لا يقل عن خمسة وعشرين كيلو متراً من المدن، وفي بعض

الدول يتم تشييد مثل هذه المنشآت تحت سطح الأرض أو داخل صخور الجبال. وتتضمن وسائل الوقاية من الإشعاعات الذرية داخل هذه المنشآت فى الآتى:

١- لابد أن يتم العمل خلف حواجز من الرصاص أو حوائط سميكة من الخرسانة المسلحة. على أن يتحدد سمك هذه الحواجز تبعاً لنوعية المواد المشعة وأنواع الإشعاعات المنبعثة منها.

٢- لابد أن يرتدى جميع من يعملون بالمواد المشعة أو من يتداولونها أو من لهم أى اتصال بالأعمال الذرية أيأ كان نوعها ملابس واقعة واقية من الإشعاعات الذرية.

٣- لابد من العمل على ألا يرتفع مستوى النشاط الإشعاعى فى الأماكن التى يعمل بها المشتغلون عن الحدود المسموح بها وذلك فى حالة التعرض المستمر للإشعاعات للذرية.

٤- لابد من إجراء كشف طبي دورى على جميع العاملين فى المنشآت الذرية والنووية.

وعلى الرغم من إتباع وسائل الوقاية سالفة الذكر إلا أنه فى بعض الأحيان يحدث تلوث إشعاعى للأماكن وأيضاً للأفراد. ويعتبر موضوع إزالة التلوث الإشعاعى من أهم الاحتياطات التى يجب أن تؤخذ فى الاعتبار بصورة جادة وحاسمة وذلك فى جميع المنشآت الذرية وأيضاً فى معامل ومختبرات الأبحاث العلمية الخاصة بدراسات النظائر المشعة وخاصة التى يتم فيها التعامل مع أى مصدر سائل له نشاط إشعاعى، وعليه يجب نوعية العاملين فى هذه المنشآت والمعامل بالتعليمات والإرشادات المحددة والمناسبة لأغراض إزالة التلوث الإشعاعى لمختلف الحالات والأنواع، وأن تكون تلك

التعليمات معلومة بصورة واضحة لدى جميع العاملين بالمواد المشعة. كما يجب تجهيز المنشآت الذرية وأيضاً معامل الدراسات بالمحاليل والمستلزمات التي تستعمل في كافة الوسائل لأغراض إزالة التلوث بجميع أنواعه.

التوصيات الخاصة بإزالة التلوث الإشعاعي عن الأماكن والأقوات:

١- تعتبر النظافة العامة الجيدة لجميع المعامل والأماكن التي يتواجد فيها مصادر مشعة من أهم الأسس لهذا الشأن وبالتالي يجب أن تتظف يومياً بالطريقة الرطبة وتتظف كل شهر تنظيفاً عاماً يشمل للجدران والأرض والأبواب والنوافذ وأسطح العمل. هذا وتعتبر مخلفات التنظيف كمخلفات مشعة صلبة وتُعامل هكذا. ويمكن حرقها بعد ذلك لتصغير حجمها. ويعتبر الرماد الناتج عنها مخلفات مشعة صلبة صغيرة الحجم. ويمتنع منعاً باتاً النظافة الجافة.

٢- يجب فحص اليدين والوجه والشعر والجسم والملابس وأسطح العمل والأرض والأحواض وجميع اللزاجيات والأجهزة الأخرى قبل البدء في العمل وبعد الانتهاء منه باستعمال أجهزة قياس معينة لهذا الغرض والتي سبق أن أشرنا إليها في الباب الأول من هذا الإصدار.

٣- لا بد من الرجوع إلى المراجع العلمية المختلفة لمعرفة المستويات التلوث المسموح بها لمختلف المسطوح والأجسام.

٤- تتم عمليات إزالة التلوث بطرق معينة تختلف باختلاف المسح المراد إزالة تلوثه وتشارك كل الطرق في خطوات معينة والتي يمكن توضيحها في الآتي:

- اكتشاف التلوث ومعرفة المادة الملوثة وحساب مقدار

- تحديد منطقة ومساحة التلوث بالضبط.

- تخفيض أو إذا أمكن إزالة نسبة التلوث بالطرق المختلفة حسب المسطح وحسب المادة الملوثة.

- التأكد من فاعلية عملية إزالة التلوث باستعمال الكشافات الفيزيائية المعينة لذلك ويتوقف هذا على نوعية الإشعاع المنبعث من المادة الملوثة.

٥- تتم إزالة التلوث بالطريقة الرطبة أو بطريقة الشريط اللاصق أو بطريقة اللطاء المنزوع (سهل النزاع) وكل هذه الطرق تضمن أقل مستوى من تلوث الهواء.

٦- يجب غسل سطوح الأجسام وتنظيفها من أعلى إلى أسفل ومن الأماكن الأقل تلوثاً إلى الأماكن الأكثر تلوثاً.

٧- يجب أن تتم عمليات إزالة التلوث بأقل عدد ممكن من العاملين وبعد ارتداء الملابس الخاصة لهذا الغرض.

٨- تعتبر المياه الجارية والصابون من أهم وأرخص الطرق لإزالة التلوث. وفي حالة عدم نجاح عمليات الغسيل بالماء والصابون فتتبع عمليات كيميائية أخرى وذلك باستعمال بعض المحاليل التي تقوم بإذابة المركبات أو المواد الملوثة.

التوصيات الخاصة بإزالة التلوث الإشعاعي عن الأفراد:

١- استعمال الغسيل الجيد بالماء والصابون لمدة لا تقل عن دقيقتين واستعمال فرشاة ناعمة لا تسبب جروح في الجلد ونعطي انتباه معين للمناطق بين الأصابع وحول الأظافر ثم تغطي المنطقة بفازلين لمنع جفاف الجلد وتشققه.

٢- فى حالة التلوث الكثيف أو الشديد تغطى المنطقة بمعجون ثانى أكسيد التيتانيوم لمدة دقيقتين ثم يغسل المعجون بالماء الفاتر ثم الغسيل بالماء والصابون.

٣- تغمس المنطقة بمزيج متساوى من برمنجنات البوتاسيوم وحمض الكبريتيك ١/٥ عيارى ثم تترك لمدة دقيقتين وبعد الشطف بالماء تغسل بالماء والصابون. ويمكن استبدال المحلول السابق باستعمال خليط من حامض النتريت وحمض الستريك.

٤- فى حالة وجود جروح بالمنطقة الملوثة يجب الغسيل بالماء الجارى لمدة خمس عشرة دقيقة.

٥- يجب أن تقاس كمية التلوث الباقية بعد عملية الإزالة بحيث لا تزيد عن المعدلات المسموح بها والتي تختلف باختلاف المادة الملوثة.

إرشادات عامة:

هناك العديد من الإرشادات الهامة التى يجب أن يلم بها جميع العاملين فى المختبرات والمعامل الخاصة بدراسات النظائر المشعة والتى يمكن سردها فى النقاط التالية:

١- تجفيف السوائل المنسكبة بواسطة مواد ماصة ومناشف أو مسحوق نشارة الخشب قبل البدء فى عملية الإزالة نفسها.

٢- عند انسكاب المساحيق توقف جميع المراوح وأجهزة التهوية.

٣- فى حالة عدم نجاح عمليات إزالة التلوث يجب تحديد المكان الملوث واعتبار المواد والأشياء الملوثة كفضلات مشعة.

٤- حظر الدخول فى هذه الأماكن لغير الأشخاص المسئولين بوضع علامات تحذير.

٥- عدم غسل الملابس الملوثة مع الملابس الغير ملوثة، ويجب التأكد من إزالة التلوث من الملابس الملوثة قبل استعمالها مرة أخرى وإلا فتعتبر فضلات مشعة صلبة.

٦- يجب أن تتم عمليات إزالة التلوث بكافة أنواعها بمعرفة الفيزيائي الصحي وتحت إشرافه ويكون مسئولاً مسئولية كاملة عن كافة الإجراءات التي تتبع في ذلك.

الشروط الواجب توافرها لاتباع القواعد الصحية من أجل العاملين بالنظائر المشعة:

١- لا بد من اتباع القواعد الصحية والوقائية التي تحددها القوانين واللوائح والتعليمات والتوصيات الخاصة بطرق الوقاية من الإشعاعات الذرية والتي يتحصل عليها من مؤتمرات الطاقة الذرية والعاملين في مجالها وأن يلتزم بها جميع العاملين في هذا المجال وعلى الدولة أن تصدر التعليمات والتوصيات بقوانين خاصة. وفي هذا الشأن قد صدر القانون رقم ٥٩ لسنة ١٩٦٠ وذلك في شأن تنظيم العمل بالمواد التي ينبعث منها إشعاعات ذرية.

٢- يجب مراعاة ألا يزيد ما يتعرض له العاملين في هذا المجال بأي حال من الأحوال عن المحتوى أو الجرعة المسموح بها أو التركيز المسموح به من العناصر المشعة.

٣- عمل اختبارات دورية للحالة الصحية للعاملين بالعمل في مجال استخدام النظائر المشعة وأن يشمل الكشف الدوري دراسة عدد كرات الدم الحمراء والبيضاء.

٤- يجب أن يتبع القائم بالعمل فى هذا المجال نظام تغذية معين وأن يتناول على الأقل لتر لبن فى اليوم حتى لا يتعرض للضعف العام وللعجز فى عدد كرات الدم.

العوامل التى تحدد خطورة العنصر المشع:

- ١- الحالة الطبيعية للمادة.
- ٢- صورة الإشعاع ونوعه.
- ٣- طاقة الإشعاع لتحديد الجرعة المسموح بها تحت ظروف العمل.
- ٤- مرحلة نصف العمر للعنصر المشع.
- ٥- طاقة التأين.
- ٦- كمية المادة المشعة.
- ٧- خواص المادة المشعة.

تقسيم العناصر المشعة من حيث الخطورة:

تقسم العناصر المشعة من حيث خطورتها إلى المجاميع التالية:

١- نظائر مشعة ذات سمية عالية وتشتمل هذه المجموعة على عناصر البولونيوم Po^{210} ، الأمترانشيوم Sr^{90} والرايديم Ra^{226} حيث أن نصف العمر طويل.

٢- نظائر مشعة ذات سمية وتأثير عالى ولكن أقل من عناصر المجموعة السابقة وتشتمل هذه المجموعة على عناصر اليود I^{131} ، السيزيوم Cs^{137} ، الكوبالت Co^{60} ، الكالسيوم Ca^{45} ، الأمترانشيوم Sr^{89} والصوديوم Na^{22} . وعلى الرغم من أن فترة نصف العمر لعنصر الكالسيوم المشع تقدر بحوالى ١٨٢ يوماً إلا أنه يستطيع الدخول عن طريق الفم والجهاز الهضمي وينتقل عبر الجهاز الدورى إلى الهيكل

العظمى ويترسب به ومن هنا تكمن خطورته حيث يحدث سرطان العظام. ويعتبر عنصر الأستراتشيوم من أخطر هذه العناصر لأنه يعمل إحلال Substitution للكالسيوم فى العظام مسبباً سرطان العظام. كما أن اليود المشع يتجمع فى الغدة الدرقية وقد يتسبب عنه أورام خبيثة فى هذه المنطقة. كما أن الفوسفور المشع P^{32} قد يدخل عن طريق الجروح إلى الدم مسبباً سرطان الدم.

٣- نظائر مشعة ذات خطورة متوسطة وتشتمل هذه المجموعة عناصر الزنك Zn^{65} ، والحديد Fe^{59} ، الحديد Fe^{57} ، المنجنيز Mn^{56} ، البوتاسيوم K^{42} ، للكبريت S^{35} فقط ثبت علمياً أن فترة نصف العمر لهذه العناصر قصيرة بالنسبة للمجموعتين السابقتين.

٤- نظائر مشعة ذات تأثير قليل وخير مثال على ذلك عنصر الكربون C^{14} والتريتيوم H^3 وبالرغم من أن فترة نصف العمر لعنصر الكربون المشع تقدر بحوالى ٥ آلاف سنة إلا أنه وضع فى المجموعة الرابعة من حيث التأثير وذلك لأنه يصدر جسيمات بيتا ضعيفة يطلق عليها Soft Beta كما أن نصف العمر البيولوجى لا يزيد عن عشرة أيام حيث يتخلص الجسم منه عن طريق التنفس ولذا فإن خطورته قليلة.

الخطوات التى يجب إتباعها عند حدوث التلوث:

لو فرض وأن حدث تلوث بمكان العمل الذى يعمل به الباحث فعليه أن يتبع الخطوات التالية:

- ١- تحديد مكان التلوث بعلامة واضحة.
- ٢- إبلاغ مسئول الوقاية فوراً مع إعلامه بمكان التلوث وأيضاً بالمادة التى حدث عنها التلوث.

٣- يحدد الأخصائى مسئول الوقاية طريقة إزالة هذا التلوث ونسلك طبقاً لنوعية وطبيعة المادة الملوثة.

٤- بعد إجراء إزالة التلوث يجب التأكد من نجاح عملية الإزالة وذلك عن طريق القياس بأجهزة خاصة تحدد مستويات الإشعاع بالمكان والمنطقة المحيطة بمكان التلوث. ولتى سبق الإشارة إليها فى الباب الأول.

وتتغير الطرق المستعملة فى إزالة التلوث تبعاً لنوع المادة الملوثة ونوعية السطح الذى حدث به التلوث، فإذا كان السطح زجاج أو بلاستيك أو مطاط أو خشب تستخدم المواد:

١- إذا حدث التلوث بالنظائر المشعة الخاصة بعناصر الكوبالت ، الحديد ، الأستراتشيوم والكالسيوم تستعمل المواد التالية فى إزالة التلوث:

- ٢ - ١٠% حامض الليمونيك.

- مطول ٥% حامض الأيدروكلوريك.

- مطول للفرسين ٥%.

- مسح باستعمال الفوطة.

٢- إذا حدث التلوث بمركبات مشعة مثل SO_4^{-2} , PO_4^{-3} تستعمل المواد التالية فى إزالة التلوث:

- ٥% حامض الأيدروكلوريك.

- مطول للفرسين ٥%.

- مسح باستعمال الفوطة.

وتجدر الإشارة هنا إلى أنه يجب توخى الحظر عند استخدام بعض العناصر المشعة. فمثلاً عند استعمال الفضة المشعة وحدث منها تلوث فلا يجب أن نخطأ ونستعمل محلول حامض الأيدروكلوريك (HCl) كمحلول

لإزالة التلوث وذلك لأن حامض الأيدروكلوريك سوف يتفاعل مع الفضة ويرسبها وبذلك تكون هناك صعوبة فى عملية إزالة التلوث. وكذلك عند استخدام الكالسيوم والأستراتشيوم المشعين وحدث تلوث فإنه لا يستخدم حامض الكبريتيك كمحلول للتنظيف وفى هذه الحالة تتم عملية الإزالة والتنظيف باستعمال حامض الأيدروكلوريك (HCl) ليتكون كلوريد الكالسيوم وغسله بمحلول الفرسين. وفى حالة وجود ملح كربونات يحتوى على كربون مشع C^{14} فمن الخطأ للجسيم استعمال حامض الأيدروكلوريك (HCl) حتى لا يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون CO_2 الذى يحتوى على الكربون المشع لأنه سرعان ما يدخل إلى الجهاز التنفسى فى عملية التنفس للباحث وأيضاً مسئول الوقاية والقائمين بالعمل بجوارهما.

تعليمات سبل الوقاية الفردية:

- ١- اختيار واستعمال طرق العمل المناسبة والأمنسة واستعمال الآلات والأجهزة المناسبة.
- ٢- يجب التعرف الكامل على الخواص الكيميائية والطبيعية للمادة المشعة المتداولة.
- ٣- يجب تفادى السرعة فى الحركة وتحرى الدقة والانتباه أثناء العمل.
- ٤- يجب الامتناع التام عن حمل المصادر المفتوحة باليد المجردة وعدم سحب السوائل التى تحتوى على مواد مشعة بواسطة الامتصاص بالفم.
- ٥- يجب تزويد الأفراد بمناشف ومناديل ورقية ترمى فى أماكن معينة ومحددة داخل المختبر وذلك للحفاظ عليها كفضلات مشعة.
- ٦- يجب استعمال الملابس الواقية المناسبة مثل المعاطف والقفازات.
- ٧- يجب استعمال أحواض مياه معينة ومحددة والمتصلة بخزانات فضلات سائلة متلوثة.

- ٨- يجب الامتناع عن تناول الطعام والشراب واستعمال أدوات التجميل والمسايق داخل المختبرات وأماكن تداول المواد المشعة.
- ٩- يجب التأكد من وضع جميع المصادر في أماكنها المحددة وتنظف أماكن العمل وقياس المسطحات وذلك قبل الانتهاء من العمل.
- ١٠- يجب غسل اليدين بالفرشاة والصابون قبل مغادرة المكان أو الاستحمام في حمامات معينة المعدة للغرض إذا لزم الأمر.
- ١١- يجب فحص الملابس المستعملة باستمرار ووضع نظم معينة لغسلها وإزالة تلوثها إن وجد.
- ١٢- يجب استعمال الأجهزة الخاصة بقياس الجرعة الإشعاعية للأفراد مثل الأفلام الحساسة على أن تعلق هذه الأفلام على الصدر أو اليدين أو بأماكن أخرى من الجسم.
- ١٣- يجب استعمال الأفلام الحساسة في بعض الأحيان لتسجيل الجرعات اليومية من الإشعاعات للذرية.
- ١٤- يجب عدم لمس أجهزة القياس باليد أثناء العمل.
- ١٥- يجب استعمال أجهزة ثابتة أو متقلة لتحديد مستوى التلوث الإشعاعي للأيدي والشعر والملابس والأحذية لجميع المشتغلين على تلك المصادر المفتوحة قبل مغادرتهم أماكن العمل.
- ١٦- يجب فحص هؤلاء المشتغلين دورياً بجهاز العداد الكامل للجسم وذلك للتأكد من عدم تسرب أى كمية من المواد المشعة داخل الجسم.
- ١٧- يجب إجراء الفحص الطبى الدورى على هؤلاء المشتغلين والتأكد من سلامة صحتهم وتسجيل الملاحظات الطبية اللازمة وكذلك التحليلات التى أجريت.

١٨- يجب تسجيل الجرعات الإشعاعية المسجلة على الأجهزة المحمولة مع العاملين على كروت خاصة لهم يبين فيها الفترات التى تم خلالها التعرض لتلك الجرعات.

١٩- يجب إيقاف أى فرد من المشتغلين عن العمل فى حالة تلوثه بأكثر من المستويات المسموح بها، أو فى حالة تعرضه لجرعة خارجية أكثر من المسموح بها. على أن تكون فترة هذا المنع عن العمل محسوبة حسب الجرعة التى تعرض لها أو مدى التلوث الذى حدث له وذلك حسب المستويات الإشعاعية المسموح بها دولياً للأفراد المشتغلين وحسب صحته وتاريخه وسجل الجرعة السابقة التى تعرض لها.

تعليمات سبل الوقاية الخاصة بأماكن العمل:

يجب أن تتميز أماكن العمل بمميزات خاصة واحتياطات خاصة ملائمة لنوعية العمل وحجم العمل بها. ومن أهم تعليمات وسبل الوقاية الخاصة بأماكن العمل الآتى:

- ١- وضع علامات تشير إلى تحذير بأن تلك الأماكن أماكن إشعاعية.
- ٢- تصميم جميع هذه الأماكن والمعامل وترتيب بالطرق التى تحد بقدر الإمكان من تلوث سطوح المعامل والأرضيات والأجهزة والمواد والهواء.
- ٣- يجب وجود جهاز معين مزود بأداة تنبيه لقياس مستوى الإشعاع فى عموم حيز المعمل أو المختبر.
- ٤- يجب أن يكون هناك جهاز مائل متنقل لقياس المستويات الإشعاعية على الأسطح المختلفة والأرضيات.
- ٥- يجب أن تكون جدران وأرضية تلك المعامل مصنوعة من مادة ناعمة غير نافذة للسوائل وفى منتهى النعومة مع لحام جميع الشقوق بدقة.

- ٦- يجب قياس التركيز الإشعاعى فى الهواء ليكون دوماً أقل من المستوى المسموح به. ويجب تجديد الهواء بأجهزة تهوية خاصة دون تدوير للهواء على أن لا يلوث الهواء المطرود أى أماكن أخرى خارجية.
- ٧- يجب ألا تقل مساحة العمل للشخص الواحد عن ٢ متر مربع.
- ٨- يجب أن تكون جميع سطوح أماكن العمل ناعمة وصلبة ومفروشة بورق الترشيح أو البلاستيك أثناء العمل وتكون غير نافذة حتى لا تسمح بِنفاذ المواد المشعة.
- ٩- يجب أن تتم جميع العمليات التى يحتمل أن تلوث الهواء داخل صناديق خاصة تحت ضغط جوى منخفض.
- ١٠- يجب أن يكون جهاز تبديل الهواء متصل بمرشحات خاصة لو حقول استرجاع.

المصطلحات الهامة عن الإشعاعات والنظائر المشعة:

أوضح بيسونى (١٩٩٠) أن هناك بعض التعاريف الهامة التى يجب أن يعلمها ويلم بها جميع العاملين والباحثين فى مجالات الإشعاع والنظائر المشعة أو الذين يتعاملون مع أى مادة أو جهاز يصدر عنه إشعاعات ذرية والتى يمكن حصرها فى الآتى:

١- الإشعاعات المؤينة: Ionizing Radiation

هى حمل الطاقة على شكل موجات كهرومغناطيسية أو دقائق لها المقدرة على تأين جزيئات وذرات المادة بصورة مباشرة أو غير مباشرة، وتتضمن هذه كافة الإشعاعات المنطلقة من المفاعلات الذرية أو المعجلات أو مولدات الأشعة السينية أو للنظائر المشعة التى ينبعث منها أشعة بيتا أو ألفا أو جاما أو أى جسيمات أخرى من أى مصدر لها نفس الخاصية.

٢- الإشعاع الفعال: Primary Radiation

هو الحزمة الأصلية للإشعاع المنبعثة مباشرة من المصدر المشع أو الجهاز المولد للإشعاع.

٣- الإشعاع الثانوي: Secondary radiation

هو الأشعة المنبعثة من أى مادة تتعرض للإشعاع الفعال ومن أمثلها الإشعاع المشتت أو الإشعاع الناتج.

٤- الرونتجن: Roentgen

هى كمية الأشعة التى تنتج فى كتله من الهواء قدرها 0.001293 جرام عدد من الأيونات تحمل شحنة موجبة أو سالبة قدرها وحدة كهروستاتيكية.

٥- الراد : Rad

هو وحدة الجرعات الممتصة فى أى مادة معرضة للإشعاع . راد
(١) - 100 أرج / جرام.

٦- الجرعة: Dose

هى جرعة أى مصدر بمقدار الطاقة التى تنقلها الإشعاعات المؤينة إلى الكتلة من المادة المعرضة. وتقاس بوحدة الرونتجن إذا كانت جرعة تعرض. وتقاس بالراد إذا كانت جرعة امتصاص.

٧- الكورى: Curie

هى وحدة قياس للنشاط الإشعاعى لأى مادة مشعة وهى عبارة عن كمية هذه المادة التى تضمحل بمعدل 3.7×10^{10} اضمحلالاً فى الثانية للواحدة.

٨ - معدل الجرعة: **Dose Rate**

هى كمية الجرعة محسوبة على وحدة زمنية معينة.

٩ - مقبّاس الجرعة : **Dose Meter**

هو الجهاز المستخدم لقياس جرعات الإشعاع المختلفة.

١٠ - طول نصف العمر **Half Life**

هو الفترة التى تفقد خلالها أى مادة مشعة نصف نشاطها الإشعاعى نتيجة الانشطار وكل نظير مشع له نصف عمر خاص به.

١١ - طبقة نصف العمر **Half Life Layer**:

هى السمك من المادة التى تسبب نقصان شدة الإشعاع المار من هذا السمك إلى نصف قيمته الأصلية بعد نفاذه.

١٢ - عامل النوعية: **Quality Factor**

هو العامل الخاص بكل نوع من أنواع الإشعاع ويعتمد على صفة الانتقال المباشر للطاقة والذى يجب أن تضرب فيه الجرعة الممتصة بالراد للحصول على الكمية التى تعبر عن الجرعة المؤثرة فى الأفراد المعرضين. ويستعمل عامل النوعية لمختلف أنواع الإشعاعات المؤينة لأغراض الوقاية. أما الأغراض الأخرى فيستعمل عامل شبيه يسمى للتأثير البيولوجى النسبى ويستعمل هذا بدلاً من عامل النوعية فى أغراض البيولوجيا الإشعاعية.

١٣ - عامل التأثير البيولوجى النسبى:

Relative Biological effectiveness:

هو نسبة كمية الطاقة الإشعاعية (جرعة) لأى إشعاع اللازمة لإحداث تأثير بيولوجى معين - إلى الطاقة (الجرعة) من ٢٥٠ كيلو إلكترون فولت من الأشعة السينية لإحداث نفس التأثير.

١٤- عامل التوزيع: Distribution Factor

يستعمل هذا العامل للتعبير عن التأثير البيولوجى الناتج من التوزيع غير المنتظم للنظائر المشعة المترسبة داخل الجسم.

١٥- مكافئ الجرعة: Dose Equivalent

هو حاصل ضرب الجرعة الممتصة بالراد فى عامل النوعية فى عامل التوزيع وعوامل أخرى.

١٦- الريم: Rem

هو وحدة مكافئ الجرعة.

١٧- التعرض الخارجى: External Exposure

هو التعرض للإشعاعات المؤينة الصادرة من مصدر خارج الجسم.

١٨- التعرض الداخلى: Internal Exposure

هو التعرض لإشعاعات المؤينة الصادرة داخل الجسم.

١٩- التعرض الكامل: Total Exposure

هو مجموع التعرض الخارجى والداخلى.

٢٠- المصادر المغلفة: Sealed Sources

هى مصادر الإشعاع المخزنة فى أوانى أو كبسولات محكمة الغلق بحيث تمنع نفاذ المصدر المشع أو نواتجه إلى خارج الإناء الحافظ.

٢١- المصادر المفتوحة: Open Sources

هى مصادر الإشعاع غير المحفوظة أو المعاملة بما يمنع تسرب المادة المشعة إلى الخارج.

٢٢- التسمم الإشعاعى: Radioactive Toxicity

هو الضرر الناجم من الإشعاعات المؤينة الصادرة من مادة مشعة التى قد تدخل الجسم عن طريق ما.

٢٣- أعلى جرعة مسموح بها: Maximum Permissible Dose

هى الجرعة العليا للضرر الخارجى للإشعاعات المؤينة التى تسمح بها التوصيات الدولية لتعرض الأفراد العاملين فى هذا المجال وهى تساوى ١٠٠ ميللى ريم فى الأسبوع الواحد على أن لا تتعدى ١,٣ ريم فى ١٣ أسبوع متتالية أو ٥ ريم فى السنة.

٢٤- أعلى تركيز مسموح به:

Maximum Permissible Concentration :

هو التركيز الأعلى من النظائر المشعة المختلفة فى الماء أو للهواء أو اللين التى تصل جرعة إشعاعية إلى أعضاء الجسم الحرجة بمقدار لا يتعدى الجرعة المسموح بها للإشعاع. وتختلف هذه التركيزات المسموح بها باختلاف النظائر المشعة المختلفة. هذا وتوجد جداول معينة يوصى باستعمالها فى الدوائر الدولية.

٢٥- أعلى استيعاب مسموح به فى الجسم:

:Maximum Permissible Body Burden

هو أعلى كمية مسموح بها من أى مادة مشعة يمكن أن تدخل الجسم وتبقى فيه دون إحداث أى ضرر.

٢٦- العضو الحرج: Critical Organ

هو العضو الذى له خاصية للتأثر بطريقة ما - إما بتركيز مادة مشعة معينة فيه أو بسبب تأثره الزائد عند تعرضه للإشعاع داخلياً أو خارجياً.

٢٧- التلوث الإشعاعى: Radioactive Contamination

هو تلوث الجسم أو السطوح أو التربة أو الهواء أو المياه إلخ بواسطة مادة مشعة عليها.

٢٨- الإشعاع الطبيعى: Natural Background

هو مصدر جرعة الإشعاع الناتجة من الإشعاعات المؤينة الموجودة فى الأشعة الكونية والنشاط الإشعاعى للتربة والمنشآت. وقد وجد أن معدل من الإشعاع الطبيعى يتراوح فى معظم أماكن الأرض ما بين ٠,٠٠٣ إلى ٠,٠٢٥ ميلي راد فى الساعة.

٢٩- المنطقة المراقبة: Controlled Area

هى المنطقة التى تكون خاضعة للمراقبة بسبب وجود نشاط إشعاعى معين فيها.

٣٠- الحاجز الوقائى: Protective Area

هو الحاجز المصنوع من مادة معينة الذى يستعمل لتقليل أخطار الإشعاعات الساقطة.

٣١- الخطر الإشعاعى: Radiation Hazard

هو الضرر على صحة الفرد أو المجموع الممكن حدوثه نتيجة التعرض للإشعاعات المؤينة.

٣٢- الكشف الإشعاعي للأفراد: Radiation Monitoring

هو قياس كمية الجرعات التي يتعرض لها الفرد أثناء عمله في مجال الإشعاعات المؤينة.

٣٣- المسح الإشعاعي: Radiation Survey

هو أخذ القياسات ومستويات الإشعاع في الأماكن المراقبة وغيرها في الحجرات والأسطح والأجهزة.

وبعد الانتهاء من سرد وعرض أهم التعاريف الخاصة بالمواد المشعة وجرعات التعرض وغيرها من التعاريف الهامة يبقى لنا أن نوضح أعلى الجرعات المسموح بها للعاملين وغير العاملين وأفراد الجمهور. ويوضح الجدول رقم (٨) تلك الجرعات والتي أوصت بها الدوائر العلمية في هذا المجال، وذلك طبقاً لما أوصحه بيسيوني (١٩٩٠).

Table (8): Maximum Permissible Dose for the Different Exposure Groups.

Exposed Part of Body	Radiation Workers	Non – Radiation Workers	Individual Men of Public
Whole Body, Blood-forming	5(N-18) rem	1.5 rem / year	0.5 rem / year
Skin, Thyroid, Bone	30 rem / year	3 rem / year	3 rem / year
Limited exposure of single organs (other than skin, thyroid, bone.)	15 rem / year	1.5 rem / year	1.5 rem / year
Hands, Forearms feet and Ankles.	75 rem / year	7.5 rem / year	7.5 rem / year

المصدر: (بيسيوني ، ١٩٩٠).

كما يوضح الجدول رقم (٩) الجرعات المسموح بها للأعضاء الجسم
للأفراد العاملين في مجال الإشعاعات المؤينة.

**Table (9): Recommended Permissible Dose Equivalent to
Body Organs of Occupation Workers Exposed to
Ionizing Radiations.**

Body Organ or Tissue	Average Weekly MPD	MPD. In any 15 consec Weeks.	Annual MPD for 50 weeks	MPD Equivalent to age (N).
Total Body Gonads Bone Marrow Lens of eyes Head and trunk	0.1 rem	3 rem	5 rem	5(N-18)
Thyroid, Skin (except hands, forearms, ankles Bone.	0.6 rem	8 rem	30 rem	30 (N-18)
Feet, Ankles , Forearms , Hands.	1.5 rem	20 rem	75 rem	75 (N-18)
Other Internal Organs.	--	4 rem	15 rem	15 (N-18)

المصدر : (بيوني ، ١٩٩٠).

تقنيات العلاج من أضرار الإشعاعات الذرية:

تشهد الساحة العلمية في الوقت الحاضر العديد من الدراسات والبحوث التي توجه لدراسة تقنيات إصلاح الأضرار التي تحدثها الإشعاعات الذرية والتي تتمثل في الآتي:

١- استعمال بعض المركبات الكيميائية والطبية التي تعمل على إزالة الجزيئات التي تحطمت بفعل الإشعاعات الذرية.

٢- استعمال بعض المواد والعقاقير الطبية التي تعمل على تنشيط الجسم لإنتاج خلايا جديدة سليمة وذلك بهدف تعويض ما تلف بفعل الإشعاعات الذرية.

خاتمة المطاف

طرقت مع القارئ موضوع الإشعاعات الذرية والإنتاجية الزراعية وتعرضنا لأغلب الدراسات المحلية والعالمية في هذا المجال. وقد أوضحنا أن هناك العديد من الإشعاعات الذرية التي يمكن توظيفها في خدمة البشرية وخاصة في مجال الطفرات الزراعية التي يمكن أن تساهم في زيادة غلة الحاصلات الزراعية، فضلاً عن استخدام بعضها في علاج العديد من الأمراض الحيوانية وتتبع وتقيم العديد من العمليات الفسيولوجية والحيوية داخل النبات والحيوان.

وإن عملي المتمثل في كتابة هذه الصفحات يتركز في أنني رئيس بحوث بمعهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة التابع لمركز البحوث الزراعية بجمهورية مصر العربية. وإحدى الوظائف الأساسية للسادة أعضاء الهيئة

البحثية بالمركز هي نشر المعرفة وإذاعتها. وقد قدمت هذه الصفحات بصورة محايدة وذلك بهدف نشر المعرفة عن مجال قلت فيه الإصدارات العربية. وهو يعتبر من المجالات المتقدمة في العديد من الدول التي يستخدم فيها العديد من التقنيات الحديثة خاصة في المجالات الزراعية والطبية.

وأنتى أشيد بكل الهيئات العملية المصرية والعربية المتمثلة فى المراكز البحثية بمعاهدها المختلفة وأيضاً الجامعات والكليات بأقسامها المختلفة ببنى كل ما هو جديد وموثق بالدراسات ونتائج البحوث لزيادة الإنتاجية ليس فقد فى مجال الزراعة بل فى جميع المجالات الأخرى حتى يعود نفع هذه التقنيات على مجتمع الأمة العربية.

والله عز وجل ولى التوفيق....

المؤلف

المراجع والمصادر العربية:

- ١١ الدركزلى، شذى (١٩٩٤). " مقالة الطاقة النووية الخضراء " - مجلة العربى العدد رقم ٤٣١ ص: ١٢٤ - ١٢٩.
- ١٢ الشواربى، محمد يوسف (١٩٦١). " الذرة فى خدمة الزراعة " - المكتبة الثقافية ، وزارة الثقافة والارشاد القومى ، الإدارة العامة للثقافة، دار القلم. القاهرة.
- ١٣ بسبوى، حسن محمد (١٩٩٠). " محاضرات فى مادة أراضى ١٦١ " - كلية الزراعة ، جامعة الإسكندرية.
- ١٤ بليح، عبد المنعم محمد (١٩٨٠). "خصوبة الأراضى والتسميد" - مكتبة المعرفة الحديثة، سايا بلشا الإسكندرية.
- ١٥ جويغل، إسماعيل ، حسن إسماعيل ، جمال الدين دياب ، حسن الشيمى ، مصطفى عصارة وممدوح الحارس (١٩٨٩). " أساسيات علم الأراضى " الجزء الأول - الشنهاى للطباعة والتجارة. الإسكندرية، مصر.
- ١٦ حسن، محمد نجيب و مصطفى خضر مصطفى (١٩٧٢). " أصول البيولوجى " - الكتب المصرى الحديث للطباعة والنشر.
- ١٧ حسن، محمد نجيب وفوزى كشك وأحمد السيوى (١٩٧٢). " أصول الإيدافولوجى " - دار الكتب الجامعية ، الإسكندرية.
- ١٨ حسنين، رمضان عطية محمد (٢٠٠٤). " تأثير بعض الأحماض الأمينية والعناصر الصغرى والإشعاع على الشمر " - مجلة الصحيفه الزراعية المجلد ٥٩ عدد نوفمبر ص: ٤٤ - ٤٦.
- ١٩ حلمى، محمد عز الدين (١٩٦١). " المعادن " - مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة.
- ٢٠ حلمى، أحمد كامل ومحمود فهمى (١٩٦٦). " كيمياء وطبيعة الأراضى " - دار المعارف القاهرة.









- ❏ دلود، جيهان رجب محمد (٢٠٠٠). " استخدام الإشعاع الجامى فى إطالة فترة حفظ وصلاحيّة الدواجن" - مجلة الصحيفه الزراعيه المجلد ٥٥ عدد يناير من: ٤٤ - ٤٦.
- ❏ عرابى، مصطفى حسنى محمد (٢٠٠٦). " استحداث تباين فى القطن المصرى باستخدام أشعة جاما" - الصحيفه الزراعيه المجلد رقم ٦١، عدد مارس، ص: ٣٦ - ٣٨.
- ❏ علام، سامى (١٩٨٦). " تربية الدواجن ورعايتها" - الطبعة السابعة، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.
- ❏ عواد، كاظم مشحوت (١٩٨٧). " التسميد وخصوبة الأراضى" - كلية الزراعة، جامعة البصرة، العراق.
- ❏ عوف، أحمد محمد (١٩٩٥). " مقالة وقود القرن القادم " - مجلة العلم، العدد ٢٢٢ مارس ١٩٩٥ ص: ٣٢-٤٦.
- ❏ عيسى، عيسى مصطفى وسعد الدين زيان ورأفت مصطفى عيسى (١٩٦٤). " الكيمياء غير العضوية" - لدار القومية للطباعة والنشر. الإسكندرية.
- ❏ فوده، سلطان محمد على (١٩٩٨). " مقالة نبيلة فلكهة البحر المتوسط وطرق المكافحة المتكاملة" - مجلة شمس للزراعة العدد الثالث ص: ٣٩.
- ❏ محبوب، سناء محمود (٢٠٠٥). " آفات المخازن وطرق مكافحتها" - الإدارة العامة للتغذية للزراعة. وزارة الزراعة، نشرة فنية رقم ٧ / ٢٠٠٥.
- ❏ محمد، أميمة محمود (٢٠٠٠). " عنصر السيلينيوم والثروة الحيوانية" - مجلة الصحيفه الزراعيه المجلد ٥٥ عدد سبتمبر من: ٤٨ - ٤٩.
- ❏ نسيم، ماهر جورجى (٢٠٠١). " علم الأراضى أساسيات وإدارة " - منشأة المعارف، الإسكندرية، مصر.










📖 هزاع، إسماعيل بيسبوني (١٩٦٠). " قصة الذرة " - المكتبة الثقافية،
وزارة الثقافة والإرشاد القومي ، الإدارة العامة للثقافة، دار القلم،
القاهرة.

📖 يونسن، حسن محمود (٢٠٠١). " الميكانيكا الكمية والتركيب الذري
والإلكتروني للمواد " - كلية الزراعة جامعة الإسكندرية.







المراجع والمصادر الأجنبية:

- 📖 Abdalla, M.M.F.; A.A. Metwally , A.M.T. Abo-Hegazi and R. A. K. Moustafa (1986). Effect of gamma ray , ems and their combined treatments on chickpea , *Cicer arietinum*. Proc. 2nd Conf. Agron. Alex. Egypt, Vol. 2 : 695-711.
- 📖 Abdalla, M.M.F.; A.A. Metwally , A.M.T. Abo-Hegazi and R. A. K. Moustafa (1986). Effects of selection in M2 – induced populations of four chickpea , *Cicer arietinum*. Proc. 2nd Conf. Agron. Alex. Egypt, Vol. 2 : 683 - 693.
- 📖 Abdel- Maksoud, B.A. (1992). Gamma rays effect on solanum pseudo – capsicum L. 1- the M1 generation. Alex. J. Agric. Res. 37 (1): 227 – 247.
- 📖 Abed Monem, M.; S. Soliman , A.M. Gadalla and K. abbady (1995). Lysimeter and greenhouse studies using nitrogen-15 on N-losses and N-uptake by wheat and corn as affected by soil conditioner and nitrification inhibitors. Egypt. J. Soil Sci. 35 (3) : 347 – 358.
- 📖 Alissa, A. and A.I. Nawar (1994). In vitro tolerance of gamma irradiated sunflower embryos to salinity and drought. Alex. Sci. Exch. Vol. 15 (1):193-208.
- 📖 Atia, M. (1997). Effect of irradiation on the shelf life of hot smoked spanish mackerel and the validity of thermo –and chemiluminescence techniques for detection of irradiation. Alex J. Agric. Res. 42 (3): 141-155.

-  **Awad, Y.L.; B.I. Agag , M.A. Eid and M. Baseely (1984). The effect of zinc administration on unthriftness and blood biochemical changes in buffalo. Agric. Res. Rev. , 62 (5A) :228- 236.**
-  **Awadallah,A.M.;A.G.Hahsem and S.M. Foda.(1974).Trial for testing the steril male technique as mean of controlling the medfly *Ceratitis capitata* Wied. In Egypt.Agric. Res. Rev., Egypt ,52:41-49.**
-  **Badr, M.; B.A. Abdel-Maksoud and S. S. Omer (2004). Growth, flowering and induced variability in *Gomphrina Globosa*, L. plant grown from dry and water-soaked seed treated with gamma rays. Alex. J. Agric. Res. 49 (1).**
-  **Balba, A.M. and H. Bassiouny (1977). Studies of salt movement in soils under leaching process using tracer techniques. 1- Calculation of soluble sodium at variable depth in sand columns after leaching using radioactive tracing. Isotope & Rad. Res., 9 , 2 :71 – 78.**
-  **Bassiouny, H.; S. El- Demerdashe , A.Z.Osman, M.A. Abdel-Salaam and S.A. Sabet (1978). Studies of salt movement in soils under leaching process using tracer techniques. 2- The use of Na²² in the study of salt redistribution and leaching requirement of saline sandy soils. Isotope & Rad. Res., 10, 1:25 –35.**
-  **Bassiouny, H.; A.M. Balba and A.Z.Osman (1978). Studies of salt movement in soils under leaching process using tracer techniques. 3- Effect of soil texture and salt content of water on the removal of salt by leaching . Isotope & Rad. Res., 10, 2:111 - 123.**
-  **Bear, F.E. (1968).Chemistry of the Soil. 2nd ed. Monograph Series No 160, Oxford, IBH. Publishing Co. Calcutta, Bombay, New Delhi.**
-  **Black, C.A. (1965). Methods of Soil Analysis. Part I. Monograph No 9 in the Series of Agronomy Am. Soc. Of Agronomy Madian, Wisc., USA.**

-  **El-Ebzary, M.M. (1978). Studies on the preservation of meat by irradiation. M. Sc. Thesis, Fac. Agric., Zagazig Univ.**
-  **El-Halim, A. K. A.; A. H. A. Hammad, M. T. M. Sharabash and I. O. A. Z. Orabi (1989). Effect of gamma irradiation and salinity on growth , yield and chemical composition of wheat. Egypt. J. Agron. 14: 21 – 33.**
-  **El-Khawaga, A.A.H; E.M.A. Thabet and ES.S. Sobieh (1992). Effect of irradiation on both sesame (*Sesamum indicum*, L.) and groundnut (*Arachis hypogea*, L.) under intercropping system. Proc. 5th Conf. Agron., Zagazig, 13 – 15 Sept., 1992, Vol. (2): 597 – 608.**
-  **El-Kholi, A.F. and Y.G.M. Galal (1998). Use of nitrogen isotope (N^{15}) in biological nitrogen fixation studies. Egypt. J. Soil Sci.38, (1-4): 353-362.**
-  **El-Kholi, A.F. and Y.G.M. Galal (1998). Biological nitrogen fixation (BNF) as estimated by N-15 isotope dilution and N-difference methods. Egypt. J. Soil Sci.38, (1-4): 363-376.**
-  **El-Mohandes, S.I. and I.M. Amer (1986). Salt tolerance of sunflower during germination in relation to temperature and gamma rays irradiation. Proc. 2nd Conf. Agron. Alex. Egypt, Vol. 2 : 651- 664.**
-  **El-Saedy, M.A.M.; I.K.A. Ibrahim , A.A.M. Ibrahim and A.I. Nawar (1995). The effect of gamma irradiation of sunflower seeds on the growth and susceptibility of sunflower to meloidogyne incognita. Com. In Sci ,and Dev. Res. No.738 Vol.49: 183-194.**
-  **El-Shouny, K.A.; A.M. El-Marakby , A.M. Esmail and A.A. El-bayoumy (1986). Studies on some mutation induced in soybean by gamma irradiation. Proc. 2nd Conf. Agron. Alex. Egypt, Vol. 2 : 529 - 540.**
-  **Fam, E.Z. and S.E. Ahamed (1984). Gamma radiation effects on the pulse beetle *callosobruchus chinensis* L. (Bruchidae, coleoptera). Agric. Res. Rev. 62 (1):71-78.**

- ☞ **Hafiz, N.E. ; M.A. Abd-Salam , M.M. El-Ebzary , T.M. Dessouki And A.A. El- Dashlouty (1987). Studies on fish irradiation with different doses. Agric. Res. Rev. 65 (3) :501- 512.**
- ☞ **Hashem,A.G.; E.J. Harris, M.H. Saafan and S.M.Foda.(1987). Control of the Mediterranean fruit fly in Egypt with complete coverage and partial bait sprays. Annals Agric.Res. Sci. Fac. ,Ain Shams Univ.,Cairo,Egypt, 32(3):1813-1825.**
- ☞ **Khalil, M.K. and F.T. Corbin (1997). Fate of 14C-lactofen in cotton , soybean , velvetleaf and morningglory. Egypt. J. Appl. Sci.; 12,(6): 68-79.**
- ☞ **Labib, F.B.; F.M. Abdou and M.I. Mikhael (1982). Clay Mineralogy of some calcareous soil of Egypt.1. X- ray analysis and genesis. Egypt. J. Soil Sci. 22, (3): 291-303.**
- ☞ **Mansour, S.H.(2000). Effect of gamma-rays on different characters of tow mungbean genotypes in the M1, M2 and M3 generations. J. Agric. Sci. Mansoura Univ., 25 (12):7335 – 7344.**
- ☞ **Ragab, M.A.; F.A. M. El.Abou Gabal and A.M. Gad Allah (1986). Peanut growth and nutrient uptake as affected by preplanting gamma irradiation and salinity of irrigation. Proc. 2nd Conf. Agron. Alex. Egypt, Vol. 2 : 743 - 756.**
- ☞ **Ragab,M.A. and A.M.T. Abo-Megazi (1986). Gamma –rays induced mutation in safflower II.Evaluation of some agronomic characters in selected mutannts of M₃ generation. Proc. 2nd Conf. Agron. Alex. Egypt, Vol. 2 :883- 893.**
- ☞ **Saafan,M.H.;A.G. Hashem , S.M. Foda and T.S. El-Abbasi.(1993).Effect of bait spray and killing bags on the reduction of *Ceratitits capitata* population in apricot orchards. Alex. Sci. Exch.,14(1):40-60.**
- ☞ **Saafan,M.H.(2001).Integrated control of the Mediterranean fruit fly *Ceratitits capitata* Wied in guava orchards in egypt. Egypt.J.Agric. Res.,79(1):37-45.**

-  **Salam, T. Z (1991). Physiological genetic studies in gamma irradiation wheat cultivars *Triticum aestivum*, L. Ph.D. Thesis, Fac. of Agric., Ain Shams Univ.**
-  **Sallam, M.F.A. and R.W. El-Gendi (1998).saturated hydraulic conductivity calculations from in stiu measurement of unsaturated conditions using neutron moisture meter. Egypt. J. Soil Sci.38, (1-4): 425- 440.**
-  **Sallam, M.F.A. and R.W. El-Gendi (1998). Detecting active root depth using soil water movement direction by nuclear technique. Egypt. J. Soil Sci.39, (1): 27 - 43.**
-  **Sherif, F. K.; M. M. Raslan and F. Z. El-Sammak (2007). Effect of gamma radiation on some morphololgical and biochemical characters of *Tagetes Erecta* grown in saline soil. Alex. Sci. Exch. J. , 28 (2): 54 – 67.**
-  **Sobieh, S. El-S.S.; R.A.K. Moustafa and A.M.A. Shahan (2001). Selaction for high yielding rice mutants following gamma irradiation. Egypt. J. Appl. Sci. 16 (4):108-123.**
-  **Youssef, R.H.; O.M. Mohamed ,H.A. Hassanin and M.E.A. Gabr (2000).Grwoth performance and hormonal profile of newborn calves after pre-partum selenium injection of their dams. Egypt. J. Agric. Res., 78(4): 1749 – 1761.**

3
51

Bibliotheca Alexandrina



0650605

